№ 23. 1891. ДЕКАБРЬ.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

ЖУРНАЛЪ ИЗДАВАЕМЫЙ VI ОТДѢЛОМЪ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Магнитная цѣпь и ея измѣренія.

(окращенное изложеніе сообщенія Дю-Буа на Франкфуртскомъ электрическомъ конгрессѣ 11-го сентября).

Десять лѣтъ тому назадъ, когда поулегся первый восторгъ, возбужденный чудесами электричества, техники приступили къ выработкѣ подробностей, и стали пытаться проектировать цѣлесообразныя динамомашины и двигатели. Здѣсь начала повторяться исторія паровыхъ машинъ. Электротехникамъ нужна была теорія, но въ литературѣ электромагнетизма, хотя и очень обширной, ничего не оказывалось, чѣмъ можно было бы воспользоваться. Впослѣдствіи утверждали, что при тщательномъ розыскиваніи можно было бы найти, готовымъ все, что требовалось,—намекали на сочиненія Максвеля, Вильяма Томсона, Фарадея даже, Эйлера. Какъ бы то ни было, техники, не видя помощи отъ науки, помогли сами себѣ. Исторія отдастъ справедливость имъ въ этомъ; наука ничего не можетъ сдѣлать лучше, какъ присоединить къ себѣ ихъ готовую работу, можетъ быть, въ измѣненномъ состояніи, сообразно съ ея потребностями, очистивъ ее отъ многаго, что излишне или даже невѣрно. Въ продолженіи послѣдняго десятилѣтія появились изслѣдованія Бозанке (1883 г.), Роуланда (1884 г.), Вернера Сименса (1884 г.), Гисберта Каппа (1885 г.) и Пизати (1890 г.), въ которыхъ разсматривались замкнутыя электромагнитныя системы, какъ аналогичныя электрическимъ цѣпямъ, и примѣнялся къ нимъ законъ Ома. Послѣдній главнымъ образомъ выражаетъ въ этомъ случаѣ то, что отношеніе электровозбудительной силы къ току постоянно, независимо отъ величины тока. Магнитный потокъ индукціи или иначе число линій силъ), если пренебрегать гистерезисомъ, представляетъ функцію первой степени такъ-называемой магнитовозбудительной силы; но такъ какъ эти количества нисколько не пропорціональны, то повидимому будетъ неосновательно вводить ихъ отношеніе, какъ сопротивленіе въ смыслѣ закона Ома.

Понятіе о магнитной цѣпи полезно безъ сомнѣнія и можно порекомендовать введеніе для практическихъ цѣлей понятія о сопротивленіи (существенно перемѣнномъ), но я думаю, что не слѣдовало бы пользоваться именемъ Ома въ соединеніи съ нашимъ настоящимъ предметомъ. Еще менѣе того можно разсматривать магнитныя вѣтви въ связи съ правилами Кирхгоффа, такъ какъ тогда получили бы ложные результаты.

Нельзя сказать этого про классическую статью гг. Гопкинсоновъ, которая составляетъ новѣйшую эру въ этомъ предметѣ. Въ самомъ дѣлѣ они нигдѣ не упоминаютъ о законѣ Ома и исходятъ просто изъ двухъ безусловно вѣрныхъ предположеній, а именно: 1) слоистости H и 2) соленоидальности B; послѣднее составляетъ, конечно, теорему въ теоріи «трубокъ силы». Ихъ статья часто считается практической, такъ какъ она заключаетъ въ себѣ опыты съ динамомашинами, но наука считаетъ ее своей, такъ какъ она основана на чисто научномъ методѣ.

Теперь я имѣю въ виду главнымъ образомъ показать, какъ можно обойтись безъ трубокъ силы, важность которыхъ ни въ какомъ случаѣ нельзя отрицать. Мы можемъ идти по старомодному пути, разсматривая намагничиваніе въ отдѣльныхъ частяхъ желѣза. Намъ не нужно даже быть физически ультраконсервативными, предпочитая этотъ способъ разсматриванію магнитной цѣпи, какъ одного цѣлаго, такъ какъ новѣйшие опыты заставляютъ насъ считать намагничиваніе за количество физически болѣе фундаментальное, чѣмъ индукція. Однако, въ предѣлахъ практики эти количества отличаются только множителемъ 4π.

I.

Въ старой теоріи магнитной индукціи, классически изложенной Максвелемъ, характеръ эллипсоида вращенія опредѣляется хорошо извѣстнымъ способомъ множителемъ N; мы могли бы прилично назвать его «само-размагничивающимъ множителемъ», хотя лучше было бы болѣе короткое названіе. На такой эллипсоидъ съ окружающими и проникающими его замкнутыми трубками силы можно, конечно, смотрѣть, какъ на магнитную цѣпь, хотя въ настоящемъ случаѣ это не привело бы, конечно, къ столь простому способу представленія.

Что касается до магнитныхъ цѣпей въ ихъ болѣе обыкновенномъ смыслѣ, то самымъ простымъ ихъ типомъ служитъ тонкое кольцо, равномѣрно по окружности намагниченное и снабженное радіальнымъ воздушнымъ промежуткомъ. Этотъ случай можно свести на предыдущій, лишь только извѣстенъ множитель N. Оказывается, что

$$N = 0{,}035\alpha \text{ или } = \frac{1}{8}\, p,$$

гдѣ α—ширина прорѣза въ градусахъ, а p—она же въ сотыхъ доляхъ средней окружности. Этотъ результатъ проще всего получается, если разсматривать линейный интегралъ саморазмагничивающей силы, который долженъ обратиться въ нуль, если взять его по всей окружности кольца; онъ выводится для безконечно узкой щели. Результатъ можно принять за болѣе или менѣе вѣроятный, разсматривая щель, какъ магнитный слой, потому что послѣдній мы можемъ замѣнить эквивалентнымъ токомъ, почти равномѣрно дѣйствующимъ на остальную равномѣрную обмотку. Дѣйствіе такихъ мѣстныхъ катушекъ на кольца было на опытахъ изслѣдовано Обербекомъ въ 1878 г.

Величину отклоненія предыдущаго уравненія отъ истины съ увеличеніемъ ширины щели слѣдуетъ опредѣлять на опытахъ. Это теперь дѣлаетъ Леманнъ въ лабораторіи Берлинскаго университета. Кольцо выточено изъ листа шведскаго желѣза; оно равномѣрно обмотано тремя первичными слоями и однимъ вторичнымъ. Щель теперь составляетъ $^1/_5$ % по окружности; предварительные опыты хорошо согласовались съ теоріей для сильнаго намагничиванія. Когда послѣднее дѣлали меньше (какъ и случается на практикѣ), нашли довольно постоянную величину N; она была меньше той, какую даетъ теорія, въ отношеніи, которое слѣдуетъ приписать коэффиціенту утечки въ теоріи трубокъ силы. Подробности будутъ опубликованы по окончаніи опытовъ.

Теперь сдѣлались вполнѣ сравнимыми два типическихъ случая, эллипсоидъ и кольцо. Кривую намагничиванія

$$I = f\,(H)$$

для безконечныхъ фигуръ (безконечно длинныхъ эллипсоидовъ или замкнутыхъ колецъ) я буду называть нормальной кривой. Изъ нея мы найдемъ кривыя для болѣе короткихъ эллипсоидовъ или для постепенно размыкающихся колецъ. Мы скоро увидимъ, что кривыя принимаютъ характерную форму, приближающуюся къ двумъ прямымъ линіямъ. Первая изъ нихъ проходитъ чрезъ начало координатъ и образуетъ съ осью ординатъ уголъ $\tan^{-1} N$. Вторая идетъ параллельно оси абсциссъ на разстояніи, соотвѣтствующемъ наибольшимъ величинамъ намагничиванія. Первая прямая линія зависитъ только отъ

формы намагниченнаго тѣла, а вторая отъ матеріала, тогда какъ точка пересѣченія опредѣляется тѣмъ и другимъ. То же самое справедливо для частей кривой вблизи каждой изъ прямыхъ линій. Послѣднія можно, по крайней мѣрѣ въ видѣ приближенія, разсматривать, какъ асимптоты для гиперболы, уравненіе которой оказывается таковымъ:

$$x = N\,y + \frac{P}{1-y} \text{ или } x = \frac{N\,y + P\,N\,y^2}{1-y},$$

гдѣ P—нѣкоторая постоянная; единица ординатъ есть наибольшее намагничиваніе.

Интересно сравнить это со старой хорошо извѣстной гиперболической кривой Фрёлиха, уравненіе которой (въ вышеупомянутыхъ условныхъ единицахъ) можно написать такъ:

$$y = \frac{Q\,x}{1 + Q\,x}, \text{ или } x = \frac{Q\,y}{1-y}.$$

Здѣсь Q представляетъ такое значеніе k, для котораго y дѣлается равнымъ $1/2$, т. е. желѣзо бываетъ «полунасыщено» или, по выраженію проф. Сильвануса Томпсона, достигаетъ своей «діакритической точки». Какъ видимъ, уравненія различаются членомъ $P—Ny^2$ въ числителѣ. Кривая Фрёлиха бываетъ плоской формы, отличающейся отъ формы кривой, выведенной выше; никогда нельзя придать Q такое значеніе, чтобы были удовлетворены предписанныя условія. Поэтому съ чисто электромагнитной точки зрѣнія я предпочитаю свою собственную гиперболу, предоставляя компетентнымъ судьямъ рѣшить, насколько практически примѣнима Фрелиховская кривая «полезнаго магнитизма».

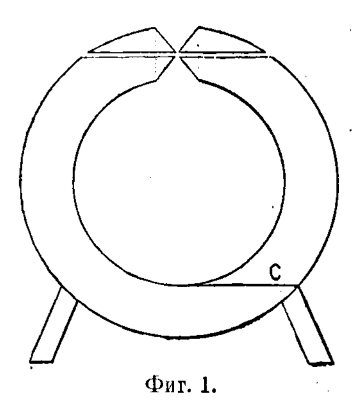
Въ заключеніе я замѣчу, что діаграммой можно пользоваться не для однихъ только эллипсоидовъ и колецъ,— ее можно также примѣнять (приблизительно) къ тѣламъ какой угодно формы. Средній коеффиціентъ N для данной формы можно найти по опыту. Такимъ образомъ обобщается до возможной степени первоначальное построеніе Ралея.

II.

Остается упомянуть о нѣсколькихъ приложеніяхъ.

Прежде всего теперь можно попытаться разрѣшить вопросъ о построеніи электромагнитовъ для полученія насколько возможно сильнаго, равномѣрнаго и обширнаго поля. Задача хорошо опредѣлена; ея условія существенно отличаются отъ условій, какимъ надо удовлетворить, напримѣръ, въ динамомашинѣ; все таки при помощи нашей теоріи можно найти для нея раціональное рѣшеніе. Во всякомъ случаѣ можно ожидать нѣчто лучшее, чѣмъ употребляемые теперь чисто эмпирическіе типы. Едва ли надо доказывать важность такого усовершенствованнаго аппарата для дальнѣйшаго экспериментальнаго прогресса въ магнетизмѣ.

Въ воздушной щели вышеупомянутаго кольца можно получить поле почти въ 20.000 единицъ *C.-G.-S.* при токѣ въ 20 амперовъ. По общимъ теоремамъ Вильяма Томсона о подобныхъ магнитныхъ системахъ мы получимъ то же самое, увеличивъ, напримѣръ, въ 5 разъ линейные размѣры всего приспособленія и употребляя пятерной токъ въ 100 амперовъ. При помощи коническихъ полюсовъ, просверленныхъ, если нужно (фиг. 1), можно значительно



Фиг. 1.

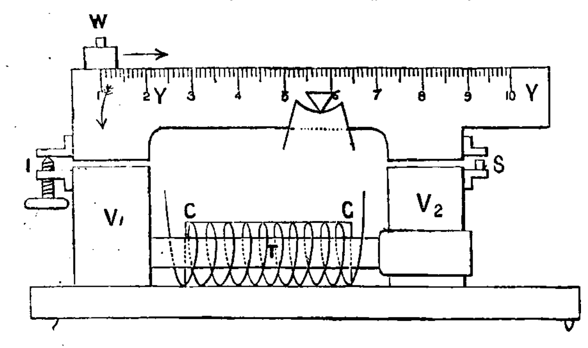
сконцентрировать поле, хотя вслѣдствіе этого уменьшится его обширность и равномѣрность. О такихъ конусахъ мы знаемъ теперь больше изъ новѣйшихъ изслѣдованій Стефана, Юинга, Чермака и Гансманингера. Слѣдуетъ разрѣзать магнитъ также по C, чтобы можно было измѣнять въ нѣкоторыхъ предѣлахъ разстояніе между полюсами. Такой электромагнитъ теперь строится по моимъ чертежамъ фирмой Сименса и Гальске.

Въ заключеніе мнѣ надо описать приборъ, предназначенный для опредѣленія по быстрому и простому способу магнитныхъ кривыхъ матеріаловъ, употребляемыхъ при постройкѣ машинъ. Существованіе потребности въ немъ, кажется, доказывается множествомъ попытокъ сдѣлать такой приборъ. Можно указать полюсный приборъ Гопкинсона, дифференціальный индуктивный методъ Свинбёрна и Бурна, измѣритель проницаемости (пермеаметръ) Сильвануса Томпсона, крутильный приборъ съ разомкнутой цѣпью Рёнселя, дифференціальный магнитометръ Эйкемейера, сидерогностъ Корсепина, висмутовый спиральный приборъ Бругера. Въ Америкѣ Эдисонъ и другіе, кажется, предлагали различныя другія приспособленія, о которыхъ у насъ нѣтъ свѣдѣній. Если бы мы стали описывать или даже критически разсматривать всѣ эти болѣе или менѣе извѣстные приборы, то это завело бы насъ слишкомъ далеко. Я ограничусь только краткимъ описаніемъ новаго рѣшенія вопроса.

Руководящимъ конструктивнымъ принципомъ было ввести въ магнитную цѣпь пробный цилиндрическій образчикъ, какъ главное сопротивленіе. Такъ какъ совершенно невозможно настолько уменьшить остальное сопротивленіе, чтобы можно было имъ пренебречь, то надо просто имѣть возможность дѣлать поправку на него. Оно состоитъ по большей части изъ воздуха и кромѣ того изъ шведскаго желѣза большаго поперечнаго сѣченія. Приходится измѣрять индукцію B въ цѣпи; очень заманчивый способъ для этого состоитъ въ измѣреніи значительнаго напряженія линій силы въ воздушныхъ промежуткахъ, которое весьма близко подходитъ (въ килограммахъ) къ $\left(\frac{B}{5000}\right)^2$.

Напряженіе можно было бы измѣрять различными способами, а именно: 1) втягиваніемъ желѣзной ленты, 2) манометрическимъ опредѣленіемъ гидростатическаго давленія въ жидкости, наполняющей «междужелѣзныя» пространства, и 3) уравновѣшиваніемъ напряженія грузами. Я выбралъ послѣдній способъ, какъ самый простой, хотя онъ не даетъ прямыхъ отсчетовъ.

Практически это осуществлено въ магнитныхъ вѣсахъ, общее понятіе о которыхъ даетъ фиг. 2. Пробный образ-



Фиг. 2.

чикъ Г, который можетъ быть и не цилиндрическій, отрѣзается длиною въ 15 сан. и автоматически зажимается между двумя массивными вертикальными стойками V_1 и V_2. Его можно подвергать полю до 500 единицъ *C.-G.-S.* посредствомъ обмотки C длиною 4π см., такъ что поле $= 1/10$ × амперы-обороты. Надъ стойками эксцентрически поддерживается коромысло Y: такимъ образомъ хотя магнитное притяженіе, по симметріи равно съ обѣихъ сторонъ, но вслѣдствіе неравноплечности рычага получается, моментъ. Послѣдній уравновѣшивается грузомъ W, скользящимъ вдоль шкалы. Коромысло уравновѣшено и пригнано такъ, что его чисто статическое равновѣсіе сдѣлано почти нейтральнымъ. Тог-

при намагничиванiи оно дѣлается неустойчивымъ; замѣчается такое положенiе груза на шкалѣ, при которомъ коромысло только что отходитъ отъ изолированнаго контакта винта *I*. Лучше всего опредѣлять моментъ перерыва контакта, имѣя въ цѣпи гальваноскопъ, звонокъ или телефонъ; онъ опредѣляется совершенно легко. Конечно, желѣзнымъ поверхностямъ не даютъ соприкасаться стопоры *N* и *S*, надъ которыми качается коромысло, подобно ключу Морзе; его весьма ограниченныя движенiя не влiяютъ замѣтно на магнитное сопротивленiе всей цѣпи.

Приборъ калибрировался посредствомъ образца съ поперечнымъ сѣченiемъ въ 1 кв. см., вырѣзаннаго изъ того же самаго листа шведскаго желѣза, какъ и упомянутое выше кольцо; поэтому его нормальная кривая была извѣстна. При помощи маленькой вторичной обмотки и баллистическаго гальванометра измѣрялся для различныхъ величинъ намагничивающаго поля потокъ индукцiи *G* въ центральной части пробной планки. Если сдѣлать процентъ утечки въ цѣпи достаточно независящимъ отъ намагничиванiя, то отсчетъ по шкалѣ бываетъ пропорцiоналенъ квадрату потока, какъ упоминалось выше. Подобравъ грузъ и установивъ винты, можно сдѣлать коеффицiентъ пропорцiональности цѣлымъ числомъ. Магнитная кривая, найденная съ образчикомъ въ вѣсахъ, была вычерчена рядомъ съ нормальной кривой и изъ разности абсциссъ сразу опредѣлился коеффицiентъ *N*. Онъ остается постояннымъ для вѣсовъ при условiи, что поперечное сѣченiе испытываемыхъ впослѣдствiи образцовъ не слишкомъ много отличается отъ 1 кв. см.

Впослѣдствiи магнитныя кривыя можно получать, просто измѣряя токъ въ обмоткѣ и уравновѣшивая коромысло. Для сдѣланныхъ уже вѣсовъ постоянныя таковы:

Поле *H* (*C.-G.-S*) . = 50 × токъ въ обмоткѣ (амперы).

Потокъ индукцiи *G* (*C.-G.-S*) . . . . $= 1000 \; \pi \; \sqrt{\text{отсчетъ по шкалѣ.}}$

или индукцiя *B*.- (*CG.-S*) . . . . . $= \dfrac{1000 \; \pi \; \sqrt{\text{отсчетъ по шкалѣ.}}}{\text{поперечное сѣченiе.}}$

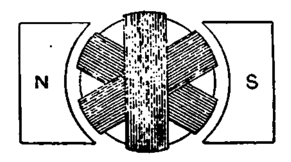
или намагничиванiе *I* (*C.-G.-S*) . . . $= \dfrac{250 \; \sqrt{\text{отсчетъ по шкалѣ.}}}{\text{поперечное сѣченiе.}}$

$$N = \frac{1}{60}.$$

Электрическая передача энергiи.

(*Окончанiе*) *).

Исходнымъ пунктомъ въ теорiи, которую я собираюсь излагать, является хорошо извѣстный дискъ Араго. Если быстро вращать мѣдный дискъ подъ магнитной стрѣлкой, то послѣдняя также начинаетъ вращаться. При производствѣ этого опыта между мѣднымъ дискомъ и компасной стрѣлкой слѣдуетъ помѣщать стеклянную пластинку, чтобы не позволять струѣ воздуха дѣйствовать на стрѣлку. Чтобы сдѣлать замѣтнѣе движенiе послѣдней, къ ея полюсамъ прикрѣпляютъ кусочки раскрашенной бумаги. Тотъ фактъ, что стрѣлка вращается, обусловливается, очевидно, нѣкоторой дѣйствующей на нее механической силой. Объясненiе его очень просто. Въ дискѣ при его прохожденiи подъ полюсами магнита развивается очень сложная система электровозбудительныхъ силъ, которая производитъ одинаково сложную систему токовъ. Нѣкоторые изъ этихъ токовъ пересѣкаютъ пути линiй силы, исходящихъ изъ магнита, и такимъ образомъ возникаютъ между дискомъ и магнитомъ механическiя силы, заставляющiя послѣднiй вращаться, какъ будто между дискомъ и магнитомъ существуетъ рядъ электромагнитнаго тренiя, вслѣдствiе котораго магнитъ увлекается за дискомъ. Такъ какъ всякое движенiе относительно, то совершенно ясно, что мы могли бы смотрѣть на магнитъ, какъ на вращающiйся, а тогда дискъ будетъ увлекаться за нимъ. Съ упомянутымъ выше приборомъ этотъ опытъ не удался бы, такъ какъ магнитъ малъ, а дискъ тяжелъ; но если бы мы взяли очень сильный магнитъ и вращали бы его съ достаточной быстротой, то было бы не трудно привести дискъ во вращенiе и даже получить отъ него энергiю. Я только что сказалъ, что появляющаяся въ дискѣ система токовъ очень сложна; не трудно понять, что въ развитiи механической силы играютъ роль только тѣ токи, которые болѣе или менѣе радiальны, и притомъ только ихъ радiальныя составляющiя, тогда какъ всѣ другiе токи представляютъ просто потерю энергiи. Поэтому, чтобы сдѣлать хорошую машину, намъ слѣдуетъ взять не сплошной дискъ, а систему проводниковъ, такъ расположенныхъ, чтобы насколько возможно больше заставлять токи идти радiально и только въ тѣхъ частяхъ, которыя находятся непосредственно подъ влiянiемъ магнитнаго поля. Еще лучше оставить совсѣмъ дискообразное расположенiе проводниковъ, замѣнить его якоремъ барабанообразнаго типа со слоистымъ желѣзнымъ сердечникомъ (его видъ съ конца показанъ на фиг. 3), вмѣсто прямаго магнита взять подковообразный



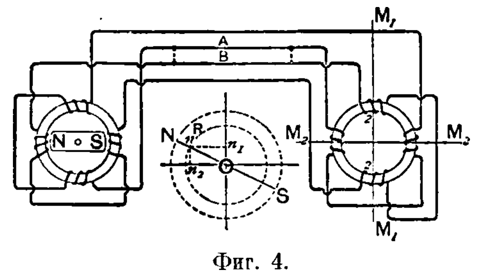
Фиг. 3.

такой формы, чтобы его полюсы *N* и *S* приходились на противуположныхъ сторонахъ барабана, и обмотать его проволокой, образующей замкнутую цѣпь. Если теперь вращать магнитъ, то въ каждой обмоткѣ послѣдовательно будутъ рождаться сильные токи и у якоря будетъ развиваться очень слабая пара силъ. Дѣйствительно, эту пару силъ можно сравнить съ той, какая требуется для вращенiя обыкновеннаго барабанообразнаго якоря постояннаго тока въ сильномъ полѣ, если ввести короткую вѣтвь между щетками. Итакъ, какъ видимъ, приложивъ къ диску Араго нѣсколько очень простыхъ усовершенствованiй, мы сразу получимъ машину очень значительной мощности. Вообразимъ, что магнитъ и якорь закрѣплены на независимыхъ осяхъ (не показанныхъ на схемѣ, но проходящихъ подъ прямымъ угломъ чрезъ центръ фигуры); тогда совершенно ясно, что энергiя, сообщаемая оси магнита, передастся электромагнитной индукцiей якорю; слѣдовательно, большую ея часть можно снова получить отъ оси якоря. Здѣсь, очевидно, имѣется передача энергiи, но не того рода, какой намъ требуется, такъ какъ разстоянiе передачи равно нулю. Итакъ, намъ надо такъ измѣнить нашу машину, чтобы отдѣлить двѣ ея части. Намъ нужно, чтобы магнитъ былъ въ одномъ мѣстѣ, а якорь въ другомъ на разстоянiи километровъ. Если въ этомъ случаѣ намъ удастся передать вращенiе отъ магнита къ якорю, тогда задача будетъ рѣшена. Эта задача была разрѣшена итальянскимъ электрикомъ, проф. Галлилео Феррарисомъ изъ Турина, который еще въ 1888 г. сообщилъ туринской академiи результаты своего изслѣдованiя надъ магнитными полями, производимыми перемѣнными токами. Чтобы ясно видѣть, какое отношенiе имѣетъ изслѣдованiе Феррариса къ нашей задачѣ, разсмотримъ, что намъ нужно на станцiи двигателей. Тамъ намъ нуженъ якорь, какъ показано на фиг. 3, и магнитное поле, линiи котораго будутъ проходить чрезъ якорь и вращаться около его центра. Обусловливается ли это поле дѣйствительнымъ магнитомъ или производится какимъ-нибудь другимъ средствомъ, это не существенно и заслуга Феррариса заключается въ томъ, что онъ показалъ намъ, какъ произвести такое вращающееся поле, не употребляя настоящаго магнита, а просто пользуясь двумя различными перемѣнными токами, проходящими чрезъ неподвижныя обмотки.

Такъ какъ этотъ предметъ новый, и его не найти ни въ одномъ изъ многочисленныхъ сочиненiй, посвященныхъ электротехникѣ, то, можетъ быть, вполнѣ умѣстно, что я излагаю его нѣсколько въ элементарной формѣ, начавъ съ возможно простаго случая и переходя постепенно къ болѣе

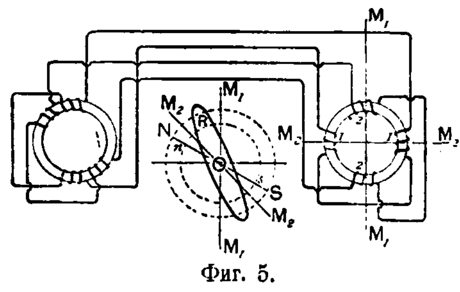
*) См. № 22, стр. 307.

сложнымъ случаямъ. Итакъ, представимъ себѣ комбинацію приборовъ, показанную на фиг. 4. Здѣсь налѣво имѣется



Фиг. 4.

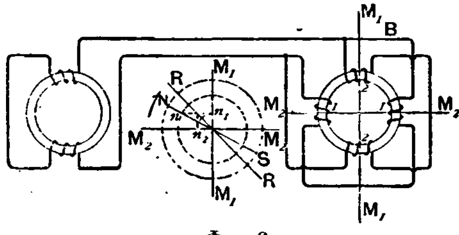
кольцеобразный желѣзный сердечникъ съ двумя обмотками, которыя соединены послѣдовательно между собой и съ парой проволокъ линіи, идущихъ къ подобной же обмоткѣ направо, которая можетъ быть на какомъ угодно разстояніи. Въ круговое пространство, ограниченное первой обмоткой помѣщаемъ прямой магнитный стержень NS, который можетъ вращаться около центра. Когда его полюсы проходятъ мимо витковъ проволоки, индуктируется электровозбудительная сила и начинаетъ проходить токъ, направленіе котораго измѣняется дважды въ каждый оборотъ. Въ самомъ дѣлѣ, у насъ здѣсь имѣется обыкновенный генераторъ перемѣннаго тока съ неподвижнымъ якоремъ и вращающимся электромагнитомъ. Если соразмѣрить и расположить надлежащимъ образомъ различныя части аппарата, то можно придать кривой электровозбудительной силы и силы тока точный синусоидальный характеръ. Чтобы упростить изслѣдованіе, я буду принимать, что теперь и въ послѣдующихъ случаяхъ всѣ волны электровозбудительной силы и силы тока слѣдуютъ синусоидальному закону. Перемѣнный токъ, проходя чрезъ обмотки направо, намагничиваетъ желѣзный сердечникъ, такъ что по линіи M_1M_1 развивается сѣверная и южная полярность. Дѣйствіе бываетъ такое же, какъ будто бы мы помѣстили въ кольцѣ вертикальный магнитъ, который можетъ сплющиваться, причемъ его полюсы сокращаются въ точку въ тотъ моментъ, когда сила тока равна нулю, и расходятся вертикально при увеличеніи тока. Мы дожны воображать, что этотъ магнитъ попеременно сокращается въ ничто и дѣлается больше и сильнѣе, а кромѣ того перевертываетъ свои полярности каждый разъ, когда онъ проходитъ чрезъ свое нулевое состояніе. Слѣдовательно, въ аппаратѣ, показанномъ на фиг. 4, вращеніе дѣйствительнаго магнита налѣво производитъ просто колеблющееся магнитное поле направо. Какъ извѣстно, магнитное поле можно представить графически по направленію и величинѣ прямой линіей; въ нашемъ случаѣ линія, представляющая колеблющееся поле, есть проекція радіуса On на вертикальной линіи M_1M_1, если длина радіуса On представляетъ силу поля при наибольшемъ токѣ. Слѣдовательно, въ тотъ моментъ, къ которому относится діаграмма, нашъ сплющивается магнитъ возросъ до силы, представляемой длиной s_1n_1; если бы не было запаздыванія, то дѣйствительный вращающійся магнитъ въ этотъ моментъ занималъ бы положеніе SN. Такъ какъ въ передачѣ должна быть нѣкоторая потеря, то я показалъ N на болѣе длинномъ радіусѣ, чѣмъ n. Если есть запаздываніе, то n и N не будутъ лежать на одномъ и томъ же радіусѣ: n будетъ занимать, напримѣръ, положеніе n' и сила колеблющагося поля будетъ $n_1's_1'$. Практическое дѣйствіе запаздыванія заключается въ томъ, что вращающійся магнитъ будетъ проходить вертикальное положеніе, показанное на схемѣ, не въ то время, какъ токъ будетъ достигать своего максимума; поэтому я могу опредѣлить по графической діаграммѣ запаздываніе, предположивъ, что вращающійся магнитъ задерживается на уголъ, равный углу запаздыванія на этой діаграммѣ, но остается въ своемъ точномъ положеніи на схемѣ, представляющій самый аппаратъ. На фиг. 4 обмотки на кольцѣ направо расположены по горизонтальному діаметру. Если расположить ихъ по вертикальному діаметру, какъ на фиг. 5, то получающееся колеблющееся поле будетъ горизонтально, а именно по линіи M_2M_2; проекція n на вертикальной линіи должна быть перенесена на горизонтальную, какъ показано пунктирной четвертью круга. Предположимъ теперь, что на кольцѣ есть горизонтальныя и вертикальныя обмотки, какъ показано на



Фиг. 5.

этой фигурѣ; тогда совокупное дѣйствіе этихъ обмотокъ произведетъ колеблющееся поле по линіи RR, причемъ сила его, какъ нетрудно понять, будетъ, приблизительно, на 40% больше, чѣмъ въ томъ и другомъ изъ прежнихъ случаевъ; но это все еще не вращающееся поле.

Итакъ, до сихъ поръ намъ еще не удалось разрѣшить нашу задачу. Мы получили въ отдаленномъ пунктѣ колеблющееся поле, но намъ нужно вращающееся и для его полученія намъ слѣдуетъ удвоить приборъ, показанный на фиг. 4, снабдивъ генераторъ вертикальными обмотками и кольцо двигателя горизонтальными вдобавокъ къ имѣющимся уже тамъ обмоткамъ. Это устройство показано на фиг. 6. Теперь поле, производимое катушками 1—1, даетъ



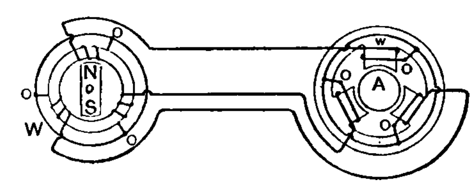
Фиг. 6.

проекція On на вертикальной оси, а то, которое получается отъ катушекъ 2—2, даетъ проекція On на горизонтальной оси. Слѣдовательно, равнодѣйствующая этихъ двухъ полей есть On, причемъ точка n вращается около O, какъ центра, по кругу R. Итакъ, дѣйствіе вращающагося дѣйствительнаго магнита внутри генераторнаго кольца заключается въ произведеніи вращающагося магнитнаго поля силы On внутри кольца двигателя, получается, однимъ словомъ, родъ вращающагося воображаемаго магнита, который для насъ настолько же пригоденъ, какъ и дѣйствительный магнитъ.

На фиг. 4 показаны четыре проволоки, соединяющія генераторную и пріемную машины. Такъ какъ можно выбрать произвольнымъ абсолютный потенціалъ какой-нибудь изъ этихъ проволокъ, то, очевидно, ничто не мѣшаетъ выбрать его такой величины, чтобы онъ совпадалъ съ абсолютнымъ потенціаломъ другой проволоки, не принадлежащей къ той же самой цѣпи. Такимъ образомъ, напримѣръ, можно было бы сравнять потенціалъ между проволоками A и B, соединивъ ихъ на томъ и другомъ концѣ, какъ показано пунктирными линіями, и нисколько не нарушая этимъ удовлетворительнаго дѣйствія машинъ. Еще лучше можно совсѣмъ отбросить одну изъ проволокъ и пользоваться другой, какъ общей проволокой для обѣихъ цѣпей, сокращая такимъ образомъ общее число проволокъ до трехъ. Однако, проводящая способность общей проволоки должна быть приблизительно на 40% больше, такъ какъ алгебраическая сумма двухъ перемѣнныхъ токовъ въ 1,4 раза больше силы каждаго тока, взятаго отдѣльно. Итакъ, здѣсь мы имѣемъ теоретическое рѣшеніе задачи, какъ передавать энергію перемѣнными токами; это было указано Феррарисомъ, но первый практически разрѣшилъ эту задачу Тесла, американскій электрикъ, и потому такіе двигатели извѣстны подъ названіемъ двигателей Тесла, хотя, мнѣ кажется, было бы болѣе подходящимъ называть ихъ двигателями Феррариса въ отличіе отъ двухъ-проволочныхъ двигателей Тесла.

относительно которыхъ я скажу теперь кое-что. Чтобы производить передачу энергіи посредствомъ такой системы, на генераторной станціи у насъ долженъ быть альтернаторъ, якорь котораго обмотанъ двумя цѣпями, доставляющими токи съ разностью фазъ въ $^1/_4$ періода; далѣе должны быть три линіи проволокъ и двигатель съ пластинчатымъ электромагнитомъ, который возбуждается обмотками, расположенными попеременно въ двухъ цѣпяхъ, такъ что производится вращающееся поле. У якоря этого двигателя долженъ быть желѣзный сердечникъ, окруженный замкнутыми сами на себя обмотками.

Необходимость употреблять три линіи проводовъ составляетъ до нѣкоторой степени неудобство этой системы и нѣсколько техниковъ, между которыми первое мѣсто занимаетъ Тесла, пробовали усовершенствовать систему такимъ образомъ, чтобы было достаточно только двухъ линій проволокъ. У предложенныхъ способовъ общимъ было то, что всѣ они стремились къ полученію разности въ фазѣ между токами, проходящими чрезъ двигатель, не употребляя второй группы обмотокъ на генераторѣ. Если, напримѣръ, ввести большое сопротивленіе безъ самоиндукціи въ вѣтвь *B* на фиг. 5 и обмотку съ очень малымъ сопротивленіемъ, но большой самоиндукціей въ вѣтвь *A*, то токъ въ обмоткахъ 1—1 будетъ запаздывать немного за импульсами электровозбудительной силы генератора, тогда какъ токъ въ обмоткахъ 2—2 будетъ отставать больше отъ этихъ импульсовъ. Конечно, разница въ фазѣ между двумя токами не можетъ достичь 90°, что требуется для полученія наилучшаго дѣйствія, но, очевидно, такимъ путемъ можно произвести нѣкоторую разность фазы. Вообще устройство будетъ одинако съ показаннымъ на фиг. 7, гдѣ разстояніе между двумя группами обмотокъ на генераторѣ меньше 90°.



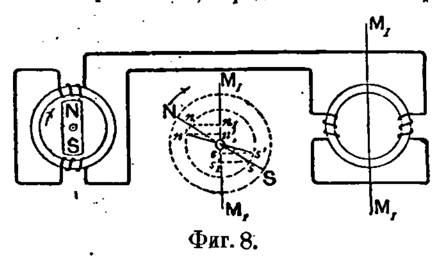
Фиг. 7.

Простое геометрическое построеніе, объяснять которое подробно нѣтъ надобности, показываетъ, что въ этомъ случаѣ тотъ и другой полюсъ магнита, названнаго мною раньше воображаемымъ вращающимся, движется по эллиптическому пути, но при помощи несимметричнаго устройства обмотокъ на двигателѣ этотъ путь можно сдѣлать круговымъ, хотя въ этомъ случаѣ діаметръ круга значительно уменьшается. Въ томъ и другомъ случаѣ значительно понижается также достоинство машины, какъ прибора, доставляющаго энергію; въ то же самое время полезное дѣйствіе должно быть низко вслѣдствіе потери энергіи въ обмоткѣ сопротивленія.

Вслѣдствіе низкаго полезнаго дѣйствія и слабосильности двухъ-проволочнаго двигателя съ вращающимся полемъ, его употребленіе неизбѣжно ограничивается тѣми случаями, гдѣ эти недостатки не важны, но онъ не годится для передачи большихъ количествъ энергіи на большія разстоянія. Для этой цѣли у насъ должны быть три проволоки. но это не составляетъ большаго недостатка, такъ какъ стоимость линіи увеличивается только немного вслѣдствіе необходимости распредѣлять полный вѣсъ мѣди на три, а не на двѣ проволоки. Однако, двигатель съ вращающимся полемъ страдаетъ тѣмъ недостаткомъ, что онъ не саморегулирующійся. Его скорость можетъ быть какая угодно, отъ нуля до той скорости, какая дастъ синхронизмъ между двумя машинами, соотвѣтственно тому, какъ механическая нагрузка измѣняется отъ максимума до нуля. Этотъ недостатокъ можно устранить, соединяя съ якоремъ въ двигателѣ настоящій магнитъ, который заставитъ якорь согласоваться съ токомъ и такимъ образомъ обезпечить постоянную скорость при измѣняющихся нагрузкахъ. Итакъ двигатель будетъ начинать работать съ большой энергіей въ силу токовъ, индуктируемыхъ въ обмоткѣ якоря вращающимся полемъ, и, достигнувъ синхронической скорости, онъ будетъ держаться ея въ силу взаимодѣйствія между вращающимся полемъ и вращающимся магнитомъ; однимъ словомъ, онъ будетъ дѣйствовать совершенно подобно обыкновенному альтернатору, работающему, какъ двигатель, съ той, однако, разницей, что обыкновенный альтернаторъ, если его перегрузятъ на 50 или 100%, будетъ сбитъ со своего хода и остановится, тогда какъ этотъ синхроническій двигатель всегда будетъ способенъ возвращаться къ нормальному ходу послѣ снятія перегрузки.

Послѣ того, какъ было опубликовано открытіе Феррариса, много техниковъ обратили вниманіе на двигатели съ вращающимся полемъ и особенно на то видоизмѣненіе этого принципа, гдѣ употребляются три группы обмотокъ вмѣсто двухъ. Насколько я могъ прослѣдить исторію этого изобрѣтенія Тесла и Чарльсъ Брадлей первые предложили употреблять три обмотки. Затѣмъ слѣдуетъ Венстромъ въ Англіи и одновременно съ нимъ выработалъ подобную же систему Добровольскій въ Берлинѣ. Около года тому назадъ, когда я посѣтилъ его на заводѣ Берлинской электрической компаніи, онъ показалъ мнѣ такой трехъ - фазный двигатель въ дѣйствіи. Вскорѣ затѣмъ этимъ занялся Чарльсъ Броунъ изъ Ерликона и въ настоящій моментъ онъ устраиваетъ передаточную установку на 500 лош. силъ по этой системѣ между Бюляхомъ и Ерликономъ, на разстояніи 23 километровъ. Эта передача предназначается для доставленія всей энергіи, какая требуется на Ерликонскомъ заводѣ.

Общій принципъ, составляющій основаніе работы этихъ различныхъ изобрѣтателей, представленъ на фиг. 8. Генераторъ заключаетъ въ себѣ вращающійся магнитъ и якорь, обмотанный тремя различными катушками. Конецъ *O* каждой обмотки соединенъ съ общей для всѣхъ проволокой *W* а три свободныхъ конца соединяются съ тремя проволоками линій. На пріемной станціи находится трехконечный магнитъ, у котораго обмотки на трехъ отросткахъ соединяются, съ одной стороны, съ проволоками линіи, а съ другой—съ общей проволокой *W*. Легко видѣть, что вращеніе магнита у генератора произведетъ послѣдовательныя полярности у отростковъ пріемнаго магнита и въ результатѣ получится вращающееся поле. Вслѣдствіе этого якорь *A* придетъ во вращеніе подобнымъ же образомъ, какъ и въ первоначальномъ двигателѣ Феррариса. Этотъ родъ передачи извѣстенъ въ Германіи подъ названіемъ передачи «трехъфазовымъ токомъ», и, вѣроятно, въ непродолжительномъ времени послѣдній сдѣлается опаснымъ соперникомъ для обыкновеннаго перемѣннаго тока.



Фиг. 8.

Всѣ приведенныя мною схемы составлены для двухъполюсныхъ машинъ, такъ какъ такимъ образомъ проще всего выяснять принципы; но едва ли мнѣ нужно говорить, что на практикѣ употребляются машины многополюснаго типа, чтобы понизить скорости до какой угодно желаемой величины.

Можетъ быть, спросятъ, зачѣмъ проводить три линіи проволокъ и брать совершенно новый типъ двигателя, когда были получены такіе превосходные результаты съ обыкновенными динамомашинами и двигателями и только съ двумя линіями проволокъ? Мой отвѣтъ на это будетъ, что при этой новой системѣ мы значительно расширяемъ разстояніе передачи. Немного выше я говорилъ о затрудненіяхъ, какія возникаютъ относительно коллекторовъ и общаго изолированія машинъ при высокомъ вольтажѣ, требуемомъ для передачи на большое разстояніе. Теперь при трехъпроволочной системѣ передачи перемѣнными токами у насъ нѣтъ ни коллекторовъ, ни даже «трущихся щетокъ». Поэтому одно изъ затрудненій уже устранено. Что касается до другаго, которое относится къ общему изолированію машинъ, то легко видѣть, какъ можно и его устранить. Вмѣсто того, чтобы работать непосредственно, намъ нужно

только работать съ помощью трансформаторовъ. Изолированіе трансформаторовъ не представляетъ никакого затрудненія. Недавно для испытанія одной линіи я пользовался двумя трансформаторами Джонсона и Филлипса, устроенными спеціально для токовъ высокаго напряженія и снабженныхъ масляной изоляціей. Въ одномъ трансформаторѣ напряженіе поднималось съ 2.400 до 17.000 вольтъ, токъ высокаго напряженія проходилъ по линіи, и на другомъ концѣ онъ снова трансформировался до 2.400 вольтъ и въ концѣ концовъ до 100 вольтовъ для питанія лампъ накаливанія. Приборъ оставался въ дѣйствіи нѣсколько дней безъ всякаго затрудненія. Броунъ извѣщаетъ меня, что съ трансформаторами съ маслянымъ изолированіемъ онъ дошелъ даже до 36.000 вольтовъ безъ поврежденія изолировки и Бюляхъ-Ерликонская передача будетъ производиться при 25.000 вольтъ, тогда какъ машины будутъ работать только при нѣсколькихъ сотняхъ вольтъ. Такимъ образомъ, нѣтъ никакого затрудненія примѣнять какое угодно напряженіе, наиболѣе экономичное въ каждомъ случаѣ, устраняя при этомъ всякую опасность какъ для прислуги, такъ и для самыхъ машинъ на генераторной и пріемной станціи.

Я чувствую, что я долженъ оправдаться въ томъ, что такъ долго останавливался на этой отрасли передачи энергіи, которая для многихъ должна показаться чисто теоретической и едва ли созрѣвшей для разсматриванія. Моимъ оправданіемъ должна быть моя очень сильная увѣренность, что какая-либо форма перемѣннаго тока будетъ конечнымъ рѣшеніемъ задачи, какъ передавать энергію (можетъ быть, на всякія разстоянія, но, очевидно, на очень большія); поэтому я и желалъ обратить вниманіе электриковъ на предметъ, въ которомъ остается еще много сдѣлать.

Электрическіе станки.

Въ заключеніе своихъ лекцій я хочу указать нѣсколько примѣровъ передачи на короткое разстояніе въ примѣненіи къ электрическимъ станкамъ. Эта отрасль нашего предмета получила въ послѣдніе годы большое развитіе въ рукахъ различныхъ англійскихъ фирмъ и, благодаря ихъ предпріимчивости и настойчивости, теперь составляетъ хорошо установившійся методъ на нѣсколькихъ заводахъ.

Въ видѣ примѣра, я могу упомянуть о Ливенской корабельной верфи братьевъ Денни въ Домбортонѣ; Арчибальдъ Денни сообщилъ мнѣ нѣкоторыя подробности о сооруженіяхъ, сдѣланныхъ въ этомъ направленіи его фирмой. Лучше всего привести здѣсь его слова: «На нашей верфи и машиностроительномъ заводѣ имѣется много примѣровъ электрической передачи энергіи. Въ нашемъ экспериментальномъ водоемѣ приводятся въ движеніе 3-сильнымъ двигателемъ Иммиша модельная рѣжущая машина и маленькіе токарные станки. Въ нашей обойной мастерской 2-сильный двигатель Иммиша приводитъ въ движеніе 6 швейныхъ машинъ. Кромѣ того, въ нашемъ экспериментальномъ водоемѣ мы пользуемся маленькими двигателями для вращенія маленькихъ модельныхъ гребныхъ колесъ въ нашихъ экспериментальныхъ моделяхъ и такимъ путемъ мы получили очень цѣнныя данныя, которыхъ нельзя было бы добиться никакимъ другимъ способомъ. Энергія для всего этого получается отъ динамомашины, вращаемой отъ обыкновенныхъ передаточныхъ валовъ въ нашей столярной мастерской. Кромѣ того, мы пользуемся 3-сильнымъ двигателемъ на верфи для сверленія дейдвудныхъ трубъ у сосудовъ на мѣстѣ; передъ этимъ мы употребляли переносную паровую машину, которая требовала для себя служителя у котла и для носки къ ней воды. Во время праздниковъ, когда всѣ котлы, за исключеніемъ одного, не работаютъ, мы по временамъ пользуемся двигателемъ для вращенія нѣсколькихъ токарныхъ станковъ для различныхъ исправленій, и это избавляетъ отъ необходимости держать прислугу у нѣсколькихъ котловъ. На нашемъ машиностроительномъ заводѣ модельная мастерская приводится въ движеніе 15-сильнымъ манчестерскимъ двигателемъ, причемъ динамомашина вращается отъ передаточныхъ валовъ въ сборочной мастерской».

Какъ видите, электрическая передача энергіи у братьевъ Денни сподручна, экономична и удобна, а потому они пользуются ею въ широкихъ предѣлахъ. Они употребляютъ особый станокъ для сверленія фундаментовъ машинъ. Его вѣсъ достаточенъ, чтобы оказывать требуемое давленіе на сверло; весь приборъ поставленъ на колеса, такъ что его легко можно передвигать. Станокъ сверлитъ дыры въ 3 см. чрезъ два листа въ $2^1/_2$ см. толщиной въ три минуты.

На Ливенской верфи употребляется еще особое сверло для полосъ, накладываемыхъ надъ стыками. Двигатель и приводъ расположены на прочной вертикальной колоннѣ съ горизонтальнымъ рычагомъ, чтобы можно было устанавливать въ обоихъ направленіяхъ; причемъ колонна прикрѣпляется болтами къ полосѣ. Станокъ требуетъ для себя двухъ человѣкъ, одного сверлильщика и одного рабочаго, и дѣлаетъ около 180 дыръ въ день.

Электрическимъ же станкомъ сверлятся заклепочныя дыры въ топкахъ котловъ. Этотъ станокъ снабженъ треножной подставкой, устроенной такимъ образомъ, что онъ можетъ входить во внутрь топки; кромѣ того онъ снабженъ удерживающими магнитами для внѣшней работы. Съ этимъ станкомъ одинъ человѣкъ производитъ такую же работу, для какой прежде требовалось 3 или 4 человѣка.

Свѣдѣнія объ электрическихъ станкахъ были бы неполны, если не включить въ нихъ работу Роуэна, который имѣлъ большой успѣхъ въ развитіи этой отрасли передачи энергіи. Между усовершенствованіями, введенными Роуэномъ, заслуживаютъ вниманія удерживающіе магниты, при помощи которыхъ станки твердо удерживаются на мѣстѣ во время работы и въ то же время достаточно только повернуть коммутаторъ и они освобождаются и могутъ быть очень легко передвинуты въ другое положеніе. Нѣсколько сверлильныхъ станковъ Роуэнда примѣняются въ кораблестроеніи. Приборъ подвѣшивается на цѣпи чрезъ бортъ судна и снабжается токомъ посредствомъ гибкихъ проволокъ.

Веббъ, инженеръ лондонской и сѣверозападной желѣзной дороги, устроилъ и примѣняетъ электрическіе станки для обрѣзанія трубокъ.

Для настоящей лекціи достаточно этихъ немногихъ примѣровъ того, что собственно называется электрическими станками, но въ нашъ предметъ слѣдовало бы еще включить другой классъ приборовъ, а именно электрическія рудничныя машины. Въ послѣдніе годы различныя фирмы обратили большое вниманіе на примѣненіе электрической энергіи къ такимъ рудничнымъ работамъ, какъ выкачиваніе воды, передвиженіе, прорѣзаніе каменнаго угля и сверленіе. Напримѣръ, фирма Гульдена и К° въ теченіи послѣднихъ четырехъ лѣтъ разработывала непрерывно и настойчиво много вопросовъ относительно этого предмета.

Въ этихъ лекціяхъ я не пытался излагать обстоятельно какую-либо отрасль предмета,—моей задачей скорѣе было сдѣлать краткій обзоръ различныхъ отраслей, чтобы показать, что можно ожидать и чего нельзя ожидать отъ электрической передачи энергіи. Теперь очень часто приходится слышать высказываніе взглядовъ, что электричество находится еще только въ своемъ дѣтствѣ и скоро уже оно сдѣлается единственной движущей силой для нашихъ желѣзнодорожныхъ поѣздовъ, океанскихъ пароходовъ и заводовъ. Это праздныя мечты, мысли, высказываемыя лицами, которыя забыли или никогда не знали основныхъ законовъ природы. Не тратьте времени на такія мысли, потому что есть много другихъ, болѣе надежныхъ задачъ, какъ, напримѣръ, утилизированіе водяной энергіи вообще и отбросовъ каменнаго угля у устья шахтъ, движеніе желѣзныхъ дорогъ въ горныхъ мѣстностяхъ, гдѣ имѣется въ изобиліи по всей линіи водяная энергія, движеніе трамваевъ, подземныхъ городскихъ желѣзныхъ дорогъ, примѣненіе электрической энергіи для такихъ цѣлей, для которыхъ теперь употребляются маленькія вспомогательныя паровыя машины, и наконецъ ея примѣненіе къ станкамъ и другимъ спеціальнымъ механизмамъ, примѣры которыхъ я указалъ выше.

Гисбертъ Каппъ.

Электрическая передача энергіи въ горномъ дѣлѣ.

Эта отрасль техники обращаетъ на себя теперь все больше и больше вниманія и число примѣровъ практиче-

...аго примѣненія увеличивается довольно быстро, особенно въ странѣ предпріимчивыхъ янки, которые теперь, повидимому, вполнѣ убѣдились въ томъ, что въ горномъ дѣлѣ электричество, дѣйствительно, можетъ оказать очень большія услуги. Современное состояніе этого вопроса было довольно обстоятельно изложено въ сообщеніи, сдѣланномъ Спольдингомъ, ванъ-Деполемъ и нѣсколькими другими лицами въ американскомъ институтѣ горныхъ инженеровъ. Спольдингъ описываетъ нѣсколько электрическихъ аппаратовъ (буравовъ, локомотивовъ и пр.), примѣняющихся уже въ горномъ дѣлѣ, и при этомъ приводитъ отзывы лицъ, имѣвшихъ случай познакомиться на практикѣ съ дѣйствіемъ этихъ аппаратовъ. Надо замѣтить, что вообще же сообщеніе отличается этимъ строго практическимъ духомъ и заключаетъ въ себѣ только то, что уже сдѣлано и достигнуто на практикѣ.

Фирма Diamond Prospecting С-у въ Чикаго изготовляетъ легко разбирающіеся и легкіе электрическіе бурава для сверленія гранита и песчаника въ алмазныхъ копяхъ. Универсальный буравъ въ 28 пудовъ вѣсомъ съ двигателемъ въ 3 лош. силы сверлитъ въ песчаникѣ дыру въ 1½ дюйма діаметромъ со скоростью 1 дюйма въ минуту, не считая остановокъ для перемѣны буравовъ. Приборъ снабженъ помпой, доставляющей струю воды къ алмазамъ чрезъ сопло на концѣ бурава.

Въ томъ типѣ буравовъ, гдѣ необходимо попремѣнно возвратное движеніе, въ послѣднее время примѣнили устройство, основанное на принципѣ соленоида. Компанія Томсона-Хоустона строитъ теперь большой заводъ, который будетъ спеціально заниматься выдѣлкой буравовъ этого типа, изобрѣтенныхъ ванъ-Деполемъ, и помпъ также съ попремѣнно возвратнымъ движеніемъ. Эти бурава будутъ описаны въ общихъ чертахъ ниже при изложеніи сообщенія ихъ изобрѣтателя.

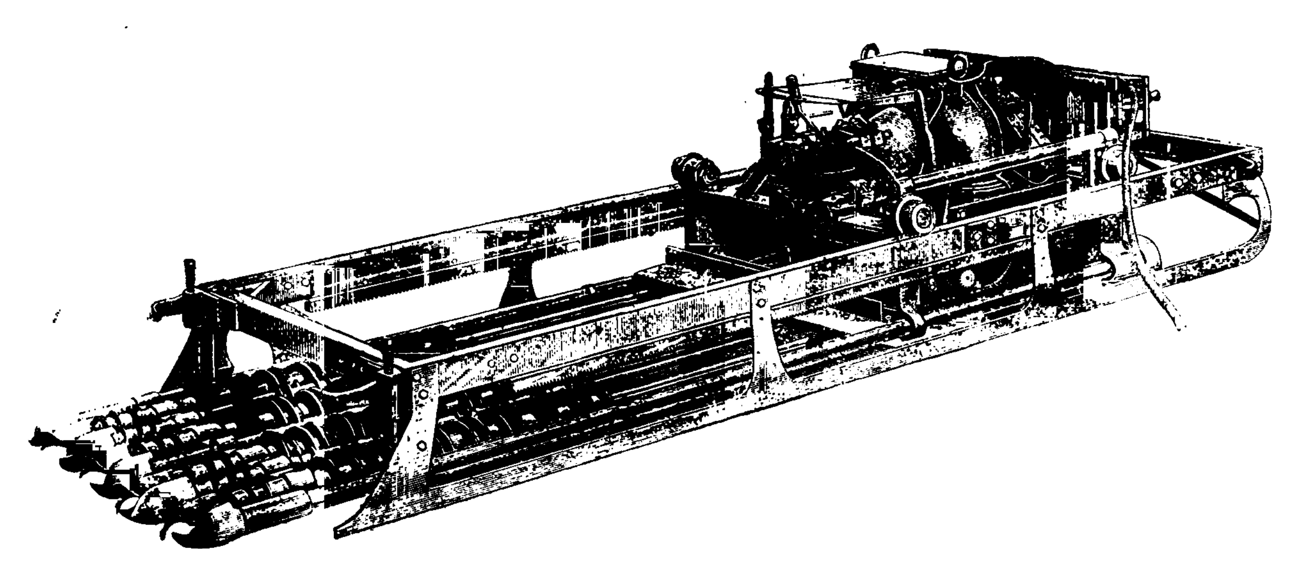
Въ машинахъ для дѣланія прорѣзей въ каменно-угольныхъ копяхъ, по мнѣнію многихъ инженеровъ, предпочтительнѣе вращающіяся сверла. Hercules Mining Machine C°. выработала очень хорошій типъ такихъ машинъ: рядъ сверлъ приводится въ дѣйствіе двигателемъ Тесла перемѣннаго тока, причемъ движеніе отъ него передается къ приводу сверлъ ремнемъ. При дѣйствіи тележка машины зажимается на рельсахъ, идущихъ передъ стѣной угля, которую надо прорѣзать, и передвигается вдоль ея послѣ каждаго прорѣза. На стержняхъ сверлъ одѣты сжимающіяся пружины, которыя служатъ для выводки обломковъ угля, раздробляемаго сверлами.

На фиг. 9 представлена подобнаго же рода машина, но водовъ (которые могутъ служить также для передвиженія и освѣщенія) по гибкимъ кабелямъ, обмотаннымъ проволокой. Буравовъ девять, каждый въ 4 дюйма шириной; они устроены такъ, что прорѣзь дѣлается у стѣны, около которой помѣщена машина, и на ⅛ дюйма отъ уровня пола. Хотя машина вѣситъ всего 38 пудовъ, во зажимать ее не надо, потому что сверла сами втягиваются въ уголь. Очень простое приспособленіе для вывода угольныхъ осколковъ состоитъ изъ полосъ, по одной между каждой парой сверлъ, съ винтообразными скрябками. Машина эта дѣлаетъ вырѣзку въ 3 фута шириной, 5 фут. глубиной и 4 дюйма толщиной въ 2½ минуты вмѣстѣ съ вытаскиваніемъ сверлъ; при такихъ условіяхъ можно добывать ежедневно 180 тоннъ. Наибольшая высота машины не больше 2 фут. При ней имѣется вращающійся буравъ на гибкомъ валѣ для сверленія отдушинъ въ то время, какъ происходитъ прорѣзаніе самой жилы.

Что касается до электрическаго передвиженія въ рудникахъ, то первый электрическій локомотивъ спеціально для горнаго дѣла былъ построенъ въ Америкѣ Шлезингеромъ для однѣхъ угольныхъ копей въ Пенсильваніи; онъ былъ въ 35 лош. силъ; токъ ему доставлялся по системѣ сообщающихся между собой желѣзныхъ рельсъ, а обратнымъ проводомъ служили обыкновенные путевые рельсы.

Въ другихъ копяхъ близъ Скрантона въ Пенсильваніи работаетъ локомотивъ въ 40 лош. силъ. Здѣсь генераторная станція заключаетъ въ себѣ паровую машину въ 60 силъ и генераторъ Томсона-Хоустона на 220 вольтъ. Машинное помѣщеніе находится у устья шахты и токъ на дно отводится по проволокамъ, заключеннымъ въ газовыхъ трубахъ. Затѣмъ вдоль линіи по ходамъ шахты проволоки подвѣшены по верху на особыхъ изоляторахъ; обратными проводами служатъ рельсы, снабженные для полноты цѣпи мѣдными соединеніями. Отъ цѣпи питаются также размѣщенныя въ копяхъ 50 110-вольтовыхъ лампъ.

Локомотивъ, представленный на фиг. 10, заключаетъ въ себѣ нѣсколько новыхъ особенностей устройства и на практикѣ оказался весьма хорошо приспособленнымъ для данной цѣли. Разстояніе между колесъ у него 3 фута, полная длина 9 ф. 7 дм., ширина 5 ф. 3 дм. и высота 5 ф. 6 дм. (послѣднюю можно было бы значительно уменьшить, помѣстивъ реостатъ на одномъ какомъ-нибудь концѣ, а не сверху, какъ здѣсь сдѣлано). Вѣситъ онъ 290 пудовъ, причемъ 50 пудовъ прибавлено для увеличенія тяги. Рычагъ для контактнаго катка новаго устройства; при перемѣнѣ хода онъ не требуетъ присмотра за собой и положеніе



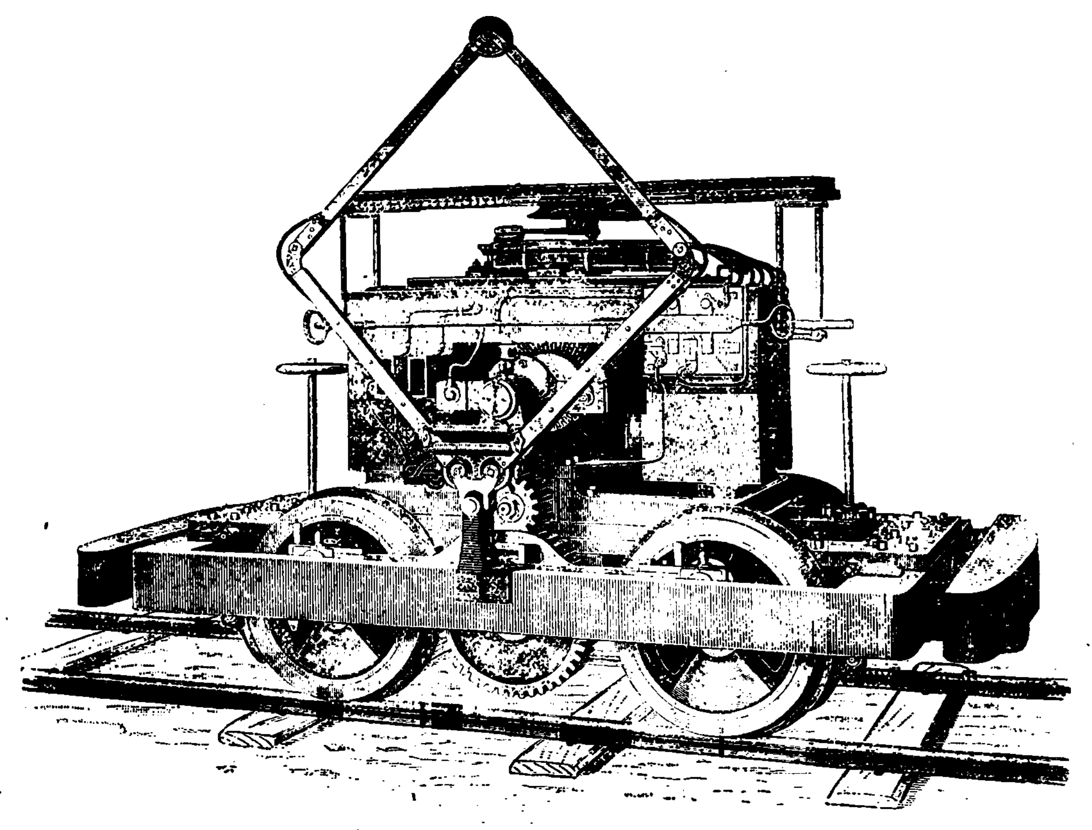
Фиг. 9.

совершенно другаго механическаго и электрическаго устройства. Она снабжена двигателемъ Томсона-Хоустона особаго типа, токъ къ которому доставляется отъ главныхъ про-

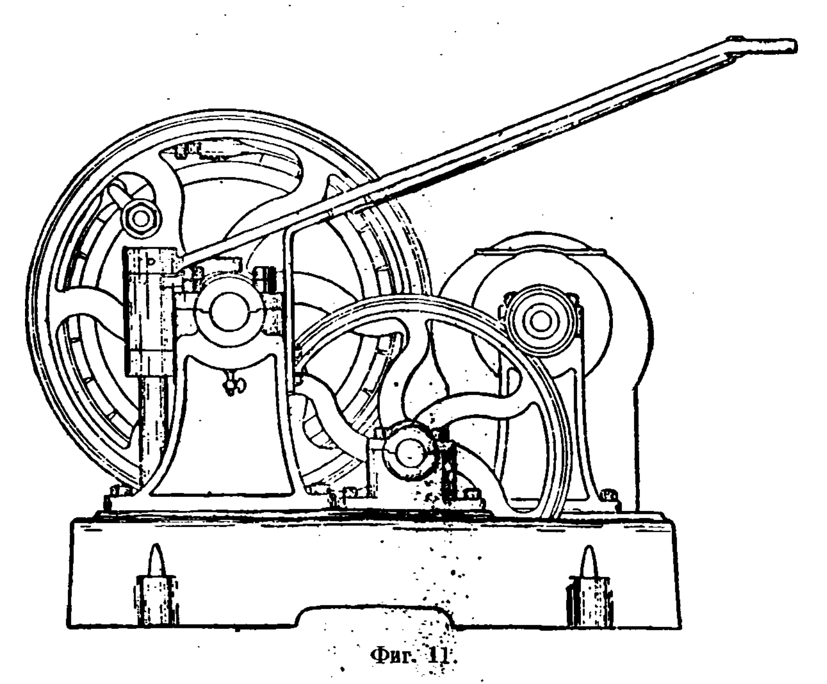
проводника можетъ измѣняться въ большихъ предѣлахъ; встрѣчая какое-либо препятствіе, рычагъ только падаетъ въ бокъ безъ всякаго поврежденія. Токъ изъ катка про-

ходитъ по рычагу въ коробки плавкихъ предохранителей, реостатъ, двигатель и рельсы. Вращеніе отъ промежуточной оси передается осямъ вагона посредствомъ двухъ шатуновъ съ прорѣзями и мотылей, расположенныхъ подъ прямымъ угломъ одинъ къ другому, вслѣдствіе чего могутъ безъ вреда происходить измѣненія въ относительномъ положеніи колесъ и остова локомотива, который поддерживаетъ двигатель. Съ того и другаго конца локомотива можно дѣйствовать посредствомъ показанныхъ на рисункѣ колесъ и ручекъ тормазомъ, реостатомъ и коммутаторомъ для перемѣны хода. Для локомотива нуженъ одинъ человѣкъ и мальчикъ, а замѣнилъ онъ 7 муловъ и трехъ погонщиковъ; въ среднемъ онъ доставляетъ къ шахтѣ 559,5 вагоновъ въ день вмѣсто прежнихъ 526,95 при мулахъ.

Теперь фирма Томсона-Хоустона строитъ для другихъ пенсильванскихъ копей локомотивъ въ 60 лош. силъ того же типа, но только съ нѣкоторыми измѣненіями; онъ будетъ возвышаться надъ рельсами всего на 3½ фута.

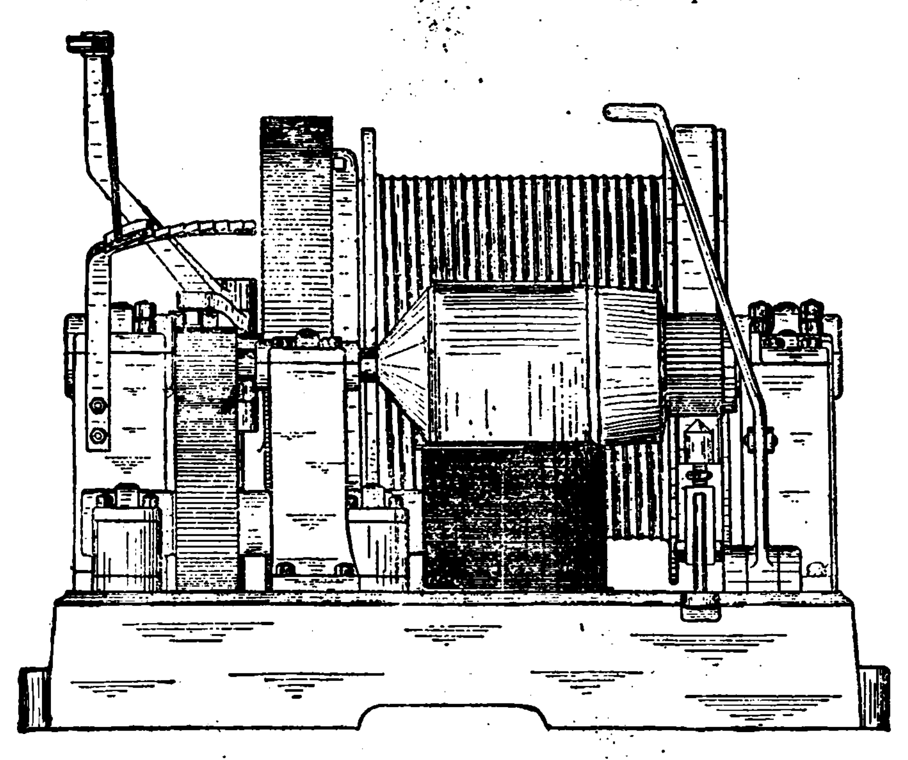


Фиг. 10.



Фиг. 11.

Между подъемными средствами существуетъ большое разнообразіе въ формахъ и величинѣ, отъ 3-сильной лебедки до машины, которая можетъ поднимать большіе чаны съ рудой или углемъ. На фиг. 11 и 12 показаны различные виды электрическихъ лебедокъ, величина которыхъ измѣняется отъ 10 до 80 лош. силъ.



Фиг. 12.

немъ почвы не слѣдуетъ переходить за 250 вольтовъ; такой токъ не можетъ причинить никакого вреда и опасенъ только въ виду послѣдствій, какія можетъ имѣть неожиданность случайнаго разряда чрезъ тѣло; но тогда горячая паровая труба опаснѣе при неожиданномъ прикосновеніи, чѣмъ голая мѣдная проволока съ такимъ токомъ. Въ хорошо устроенныхъ электрическихъ приборахъ искры бываютъ только въ опредѣленныхъ и хорошо защищенныхъ мѣстахъ; не слѣдуетъ, конечно, экономить расходы на предохранительныя средства. Что же касается до третьяго рода опасности, то никакіе приборы не свободны отъ возможности повреждаться и притомъ въ критическіе моменты, но про электрическую систему передачи энергіи можно сказать, что никакую систему нельзя такъ быстро исправлять, какъ электрическую; для поясненія этого достаточно сравнить лопнувшую воздушную или паровую трубу съ лопнувшимъ кабелемъ.

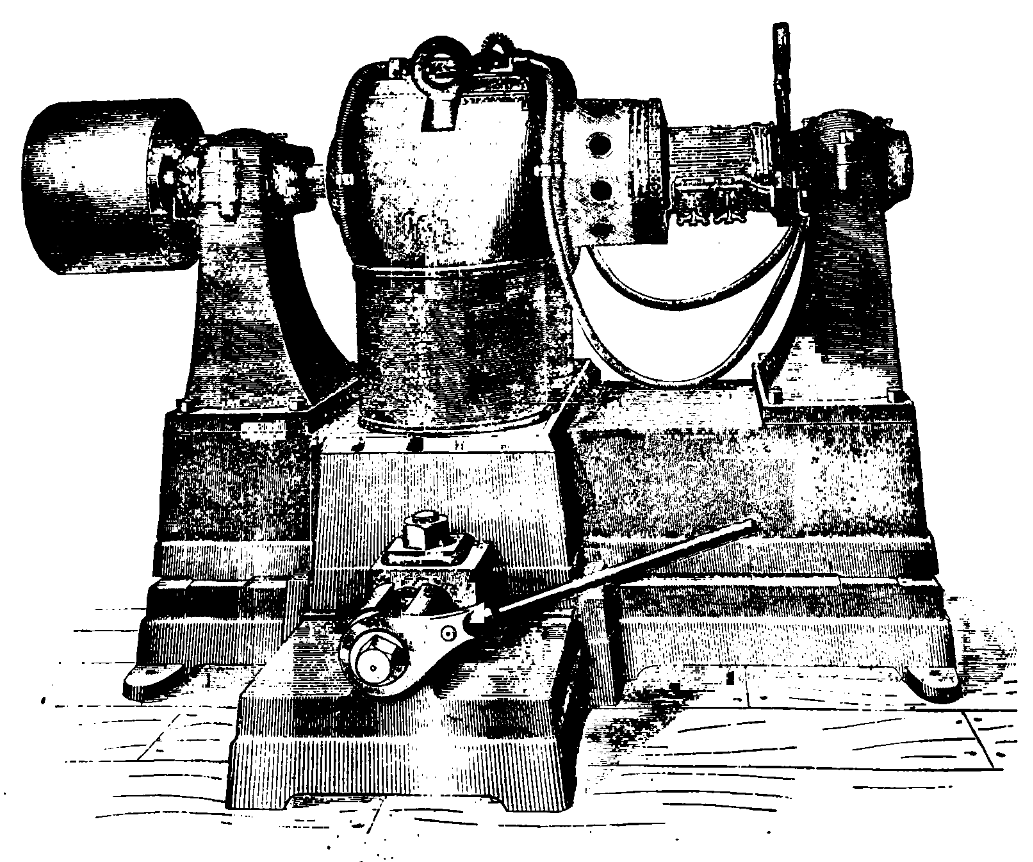
Относительно помпъ до сихъ поръ не замѣчается особой дѣятельности заводчиковъ; конечно, установлено уже много центробѣжныхъ и поршневыхъ помпъ, получающихъ движеніе отъ электродвигателей, но почти совсѣмъ нѣтъ помпъ, приспособленныхъ спеціально для электрической работы. Первая болѣе или менѣе значительная помпа такого рода была построена фирмой Гульда въ Нью-Іоркѣ; она состоитъ изъ трехъ вертикальныхъ цилиндровъ съ нырялами простаго дѣйствія, мотыли которыхъ расположены на главномъ валѣ подъ углами въ 120° одинъ къ другому. Можно упомянуть еще о помпѣ ванъ-Деполя съ поперемѣнновозвратнымъ движеніемъ, но она еще недостаточно испытана на практикѣ.

Едва ли нужно упоминать объ электрическихъ приборахъ для вентилированія; надо указать только фактъ, что вентиляторъ съ его двигателемъ можно помѣстить въ какомъ угодно пунктѣ рудника и онъ тамъ будетъ работать почти при такомъ же расходѣ энергіи, какъ и внѣ рудника. Интересный вопросъ объ электрическомъ освѣщеніи рудниковъ не входитъ въ предметъ настоящей статьи о передачѣ энергіи; надо только замѣтить, что для освѣщенія можно пользоваться тѣми же проводами, какіе доставляютъ токъ для разсматриваемыхъ здѣсь приборовъ. Конечно, электрическое освѣщеніе, облегчая работу и благотворно вліяя на расположеніе духа рудокоповъ, должно въ результатѣ увеличить размѣръ добычи, какъ уже доказано на практикѣ.

Далѣе авторъ переходитъ къ разсмотрѣнію вопроса объ опасности. Электрическіе аппараты въ рудникахъ могутъ причинить опасность трехъ родовъ: 1) для людей отъ прикосновенія къ проводамъ или приборамъ, 2) опасность пожара и взрыва отъ искръ въ электрическихъ приборахъ и 3) порча приборовъ въ критическій моментъ. Что касается до первой опасности, то многіе эксперты въ горномъ дѣлѣ и электротехникѣ опредѣлили, что подъ уров-

Въ заключеніе авторъ разсматриваетъ вкратцѣ условія генераторной станціи, чтобы получать токъ для аппаратовъ самымъ выгоднымъ образомъ. Если имѣется подъ руками въ изобиліи водяная сила, то расходы на дѣйствіе будутъ ограничиваться только накладными процентами на первоначальную стоимость установки. Если же приходится обратиться къ пару, то надо заботиться, чтобы паровой котелъ былъ достаточной силы; часто являются нареканія на электрическія установки, когда причина неудачи обрѣтается между угольной кучей и ремнемъ къ динамомашинѣ. На фиг. 13 представленъ генераторъ въ 85 силъ, построенный компаніей Томсона-Хоустона спеціально для горнаго дѣла; онъ снабженъ подвижной станиной и самосмазывающимися подшипниками; вѣситъ 275 пудовъ; установленный на кирпичномъ или каменномъ фундаментѣ, онъ не требуетъ никакого ухода за собой, кромѣ пусканія въ ходъ и останавливанія. Дешевыя машины не годятся въ горномъ дѣлѣ, потому что выгоднѣе пріобрѣсти хорошую машину, чѣмъ нести большіе расходы на исправленія.

Интересная и образцовая установка этого рода съ генераторной станціей на 750 лош. силъ устраивается теперь въ штатѣ Утахъ; тамъ токъ будетъ доставляться электрическимъ прорѣзателямъ угля, буравамъ, помпамъ, локомотивамъ, вентиляторамъ и пр.,—однимъ словомъ, вся энер-



Фиг. 13.

гія, потребная для различныхъ горныхъ операцій, будетъ передаваться электрически. Это еще первая установка такихъ большихъ размѣровъ.

Электромагнитный двигатель ванъ-Деполя съ попеременно возвратнымъ движеніемъ. Уже давно дѣлали попытки построить подобную машину и, между прочимъ, пытались примѣнить здѣсь принципъ соленоида, втягивающаго въ себя при пропусканіи тока желѣзный стержень, причемъ обратное движеніе послѣдняго, при перерывѣ тока, производилось подъ вліяніемъ вѣса стержня или дѣйствіемъ пружины. Такое устройство, однако, не годилось для сильныхъ машинъ вслѣдствіе сильныхъ искръ, какія неизбѣжно сопровождали бы замыканія и перерывы тока, необходимые для полученія пульсацій. Условія измѣнились, когда ванъ-Деполь устроилъ электрическій генераторъ, доставляющій токи, которые усиливались и падали съ опредѣленной скоростью такимъ способомъ, что ни въ генераторной машинѣ, ни въ двигателѣ не получалось искръ, такъ какъ цѣпь не прерывалась. Эти повышающіеся и понижающіеся токи проходили по обмоткамъ двигателя съ попеременно возвратнымъ движеніемъ и производили въ немъ попеременныя втягиванія и выталкиванія ныряла.

Устройство этого двигателя весьма просто; онъ состоитъ изъ двухъ или нѣсколькихъ обмотокъ мѣдной проволоки или соленоидовъ, прикрытыхъ снаружи для предохраненія отъ поврежденія желѣзной оболочкой. Внутри обмотокъ находится желѣзное ныряло, прикрытое латунной трубкой и способное двигаться взадъ и впередъ. Оно связано со штокомъ, подобнымъ обыкновенному поршневому штоку, къ которому прикрѣпляется молотъ, сверло или другое орудіе.

Изъ главныхъ проводовъ, идущихъ изъ генераторной станціи, токъ этому двигателю доставляется по гибкимъ изолированнымъ кабелямъ, такъ что его въ случаѣ надобности можно безъ всякаго затрудненія передвигать съ одного мѣста на другое. Эти машины весьма пригодны для различныхъ горнозаводскихъ буравовъ; онѣ весьма просты по устройству, такъ какъ у нихъ нѣтъ никакихъ движущихся частей, кромѣ ныряла и штока съ инструментомъ; обращеніе съ ними не требуетъ никакихъ предосторожностей, никакой сноровки и доступно для простаго рабочаго: нужно только поворачивать коммутаторъ для пусканія въ ходъ и останавливанія. Генераторная станція можетъ находиться на какомъ угодно разстояніи отъ того мѣста, гдѣ работаютъ эти буравы, причемъ они могутъ дѣйствовать по нѣскольку отъ одной станціи, совершенно независимо одинъ отъ другаго. Если разстояніе между мѣстомъ работъ и генераторной станціей очень велико, то можно устроить безопасную систему трансформаціи тока.

Само собой очевидно преимущество и выгодность такихъ буравовъ въ сравненіи съ тѣми, которые работаютъ воздухомъ или паромъ, доставляемымъ съ большаго разстоянія. Не говоря объ огромной потерѣ при передачахъ послѣдняго рода, онѣ неудобны вслѣдствіе утечекъ и большихъ расходовъ на содержаніе въ исправности системы трубъ.

Собщеніе Доо о практическомъ примѣненіи электричества въ горномъ дѣлѣ. Въ апрѣлѣ 1889 г. машиностроительная компанія Джеффри примѣнила свою первую электрическую машину для угольныхъ копей въ рудникахъ Шоони въ Огіо. Тамъ была устроена установка съ паровой машиной въ 60 лош. силъ и генераторомъ на 260 вольтовъ, причемъ для электродвигателей въ копяхъ требовалось 220 вольтовъ, а 40 вольтовъ терялось въ проводахъ. Съ того времени эта компанія получила заказы и установила еще 23 горнозаводскихъ электрическихъ машины для установокъ въ различныхъ копяхъ и рудникахъ на 60, 80 и 150 лош. силъ при разстояніяхъ передачи отъ 1.000 до 5.000 футовъ.

Всѣ эти горнозаводскіе электродвигатели въ 15 лош. силъ и обмотаны для 220 вольтовъ, что найдено совершенно безопаснымъ при случайныхъ прикосновеніяхъ къ проволокамъ. Такая машина дѣлаетъ прорѣзъ отъ 600 до 900 кв.

фут. въ 10 часовъ и требуетъ для себя двухъ человѣкъ; вообще нормальная машина даетъ прорѣзъ въ 5—6 ф. глубиной, 3¹/₄—3¹/₂ ф. шириной и 4 дюйма вышиной.

Компанія Джеффри выдѣлываетъ также каменноугольные электрическіе буравы, которые проникаютъ въ уголь со скоростью 2 или болѣе фут. въ минуту. Затѣмъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ копи освѣщаются лампами накаливанія и кромѣ того въ нѣкоторыхъ копяхъ электричество примѣняется съ большимъ успѣхомъ для приведенія въ дѣйствіе помпъ и вентиляторовъ. Вообще эти примѣненія находятся пока еще въ состояніи дѣтства, но не можетъ быть никакого сомнѣнія, что примѣненіе электричества въ угольныхъ копяхъ дѣлаетъ быстрые успѣхи.

Что касается до электрическаго передвиженія, то компанія Джеффри строитъ электрическіе рудничные локомотивы въ 20 силъ съ двигателемъ того же типа, какъ и у описаныхъ машинъ. Рама локомотива чугунная съ выступами для очистки пути отъ угля и другихъ препятствій. Колеса въ 20 дюйм. діаметромъ снабжены стальными шипами и стальными осями; движеніе передается шестернями и приводами. Скорость локомотива 12 верстъ въ часъ. Токъ передается двигателю посредствомъ 4-колеснаго бѣгуна, движущагося по двойному проводу (рельсъ за обратный проводъ не берутъ). Нѣсколько такихъ локомотивовъ уже работаютъ въ угольныхъ копяхъ.

Сообщеніе Пэкока объ аккумуляторахъ и горномъ дѣлѣ. Авторъ разсматриваетъ вопросъ о примѣнимости электрическихъ аккумуляторовъ въ копяхъ для передвиженія. По сравненію съ электрическими локомотивами, получающими токъ изъ главныхъ проводовъ, локомотивы съ аккумуляторами будутъ болѣе громоздкими и болѣе тяжелыми; для нихъ пришлось бы устраивать болѣе прочный путь, содержаніе котораго въ исправности обходилось бы дороже. Въ виду этихъ обстоятельствъ нельзя особенно разсчитывать на аккумуляторы, какъ средство передвиженія въ копяхъ.

Вопросъ представляется совсѣмъ въ другомъ свѣтѣ, если обратиться къ примѣненію локомотива съ аккумуляторами для собиранія вагоновъ къ тому пункту, гдѣ ихъ могъ бы взять локомотивъ для тяжелой тяги. При этихъ условіяхъ локомотивъ въ 5 лош. силъ замѣнилъ бы работу трехъ или четырехъ муловъ; его можно было построить достаточно легкимъ и низкимъ. Тогда экономія въ прорубаніи путей покроетъ излишекъ расхода на устройство этой системы передвиженія.

Въ настоящее время самое важное примѣненіе аккумуляторовъ—для электрическаго освѣщенія. Ихъ можно доставлять на мѣсто работъ въ первомъ же вагонѣ и увозить въ послѣднемъ такъ, чтобы не приходилось совсѣмъ перемѣщать ихъ руками. Въ хорошо освѣщенномъ мѣстѣ углекопы будутъ работать лучше и добывать уголь тверже и чище. Заряжаніе можно производить ночью, а во время рабочихъ часовъ доставлять непрерывно свѣтъ.

Сообщеніе Дулитля о примѣненіи электрической передачи энергіи въ Аспенѣ, въ Колорадо. Горнозаводскій городъ Аспенъ уже нѣсколько лѣтъ, какъ освѣщается электричествомъ, причемъ движителемъ служила водяная сила. Вслѣдствіе недостатка послѣдней во время зимы, въ послѣднее время тамъ сдѣлали довольно большія водяныя сооруженія, а именно въ 5, приблизительно, верстахъ отъ города устроили плотину въ 12 фут. высотой, которая дала резервуаръ, покрывающій собой нѣсколько десятинъ земли. Отсюда вода отводилась на 3 версты по деревянному желобу, зарытому въ землѣ, къ верху линіи трубъ; послѣдняя была въ 4.500 фут. длиной и давала водопадъ въ 878 ф., т. е. давленіе у водяныхъ колесъ около 26 атмосферъ; трубы были въ 14 дюйм. діаметромъ. Было установлено 8 водяныхъ колесъ Польтона, каждое въ 2 ф. діаметромъ, способное развивать 150 лош. силъ; онѣ работали со скоростью 1 100 оборотовъ въ минуту и каждое соединялось ремнемъ съ одной или нѣсколькими динамомашинами. Эта установка на практикѣ оказалась весьма надежной.

Теперь водяныя колеса доставляютъ энергію 3 динамомашинамъ для 120 дуговыхъ лампъ, 4 машинамъ для 2.500 лампъ накаливанія и двумъ 500-вольтовымъ машинамъ въ 60 и 120 лош. силъ для предачи энергіи электродвигателямъ, служащимъ главнымъ образомъ для подъема по наклонамъ въ рудникахъ. Двигатели того же типа, какіе употребляются на уличныхъ омнибусахъ. Всѣ эти подъемныя машины находятся подъ землей по большей части на разстояніи 3 верстъ отъ генераторной станціи. Размѣры двигателей измѣняются отъ 3 до 75 лош. силъ; нѣкоторые изъ нихъ служатъ для вентиляторовъ и буравовъ. Устраивается также электрическій трамвай. Вообще недалеко то время, когда электричество здѣсь въ рудникахъ получитъ всеобщее примѣненіе и исключитъ всякіе другіе способы передачи энергіи. *Д. Г.*

Хронологическая исторія электричества, гальванизма, магнитизма и телеграфа.

(Продолженіе) *).

1752. — Франклинъ, даровитый американскій писатель, философъ и государственный человѣкъ, увѣнчалъ свои многочисленные опыты блестящимъ открытіемъ тожественности электричества съ молніей. Гумбольдтъ говоритъ: «Съ этого періода электрическій процессъ переходитъ изъ области спекулятивной физики въ область міросозерцанія, изъ тѣсноты кабинетовъ на свободу природы».

Воллъ (Wall) только указывалъ (1708 г.) на сходство электричества съ громомъ и молніей, Грей (1720 г.) догадывался относительно ихъ тожественности и предполагалъ, что онѣ отличаются только по степени, а Нолле (1746 г.) указалъ между молніей и электрической искрой еще болѣе тѣсное родство, чѣмъ предполагали прежде, но Франклину осталось доказать этотъ фактъ съ эмпирической достовѣрностью.

Франклинъ обратилъ первый разъ вниманіе на электрическія изслѣдованія въ 1745 г. Ему первому пришло на мысль, что молнія, вѣроятно, будетъ притягиваться острымъ стержнемъ, если только его расположить на большой высотѣ; поэтому онъ сталъ ждать установки большаго шпица въ Филадельфіи, которымъ онъ предполагалъ воспользоваться для своихъ наблюденій, но задержка въ его окончаніи заставила его примѣнить змѣй съ желѣзнымъ стержнемъ, причемъ онъ не сомнѣвался, что изъ него по шнурку во время грозы можно извлекать электрическую жидкость. Онъ сдѣлалъ змѣй изъ двухъ перекрещивающихся кедровыхъ реекъ, на которыя натянулъ и прикрѣпилъ большой шелковый носовой платокъ; къ нижнему концу желѣзнаго заостреннаго стержня онъ привязалъ пеньковый шнурокъ, конецъ котораго привязалъ къ ключу. Къ послѣднему онъ привязалъ кусокъ шелковой ленты, чтобы электричество, спускаясь по шнурку, не доходило до того, кто держитъ шнурокъ.

Въ іюнѣ 1752 г., при приближеніи грозы, онъ со своимъ сыномъ прогуливался въ пригородѣ Филадельфіи и спустилъ змѣй. Сначала не получилось ни какихъ важныхъ результатовъ, но какъ скоро шнурокъ сдѣлался мокрый отъ послѣдовавшаго ливня, отъ ключа легко можно было извлекать электрическія искы и Франклинъ имѣлъ возможность заряжать и получать разряды отъ лейденской банки.

Такимъ образомъ, говоритъ Сабинъ, Веньяминъ Франклинъ удачно произвелъ одинъ изъ самыхъ смѣлыхъ опытовъ надъ силами природы и съ этого момента сдѣлался безсмертнымъ.

Уже въ 1749 г. онъ высказывался въ одномъ изъ писемъ такъ: «Электрическая искра зигзагообразная, а не прямая; такова же и молнія. Заостренныя тѣла притягиваютъ электричество; молнія ударяетъ въ горы, деревья, шпицы, мачты и трубы. Когда для прохожденія электричества есть нѣсколько путей, то оно выбираетъ наилучшій проводникъ; то же самое дѣлаетъ и молнія. Электричество воспламеняетъ горючія тѣла такъ же, какъ и молнія. Электричество расплавляетъ металлы, какъ и молнія. Молнія разрушаетъ худые проводники, когда она ударяетъ въ нихъ; также дѣлаетъ и электричество, когда оно дѣ-

*) Смотри № 20 стр. 279.

лается достаточно сильнымъ. Молнія измѣняетъ полюсы магнита; такое же дѣйствіе оказываетъ и электричество». Кромѣ того, около того же времени Франклинъ опубликовалъ планъ опыта, чтобы опредѣлять съ возвышенныхъ зданій, наэлекризованы или нѣтъ облака. Этотъ планъ онъ предполагалъ выполнить самъ, но, какъ уже видѣли, онъ производилъ опытъ со змѣемъ.

Мнѣніе, какого держался Франклинъ относительно природы электричества, отличается отъ того, какое высказалъ прежде Дюфэ (1733 годъ). Относительно мѣстонахожденія электричества въ лейденской банкѣ Франклинъ пришелъ къ заключенію, что электричество осаждается на стеклѣ, а проводящія облицовки служатъ «только, подобно арматурѣ магнитнаго камня, для соединенія силъ различныхъ частей и для сведенія ихъ къ одной избранной точкѣ».

О своей теоріи + и — электричества Франклинъ пишетъ такъ: «Для того, чтобы наэлектризовать положительно или отрицательно, надо только знать, что части трубки или шара, которыя трутся, притягиваютъ при треніи электрическій огонь и, слѣдовательно, отнимаютъ его отъ трущаго предмета; тѣ же самыя части, какъ только треніе по нимъ прекратится, готовы отдать огонь, который онѣ получили, какому угодно тѣлу, у котораго его меньше».

Къ концу 1750 г. у Франклина явилась идея относительно практичности громоотвода въ видѣ проводника для молніи. Въ 1753 г. онъ упоминаетъ о громоотводѣ, какъ о защитѣ для «жилыхъ домовъ и другихъ зданій отъ поврежденій громомъ и молніей».

1752.—Далибаръ, французскій ботаникъ и любитель-физикъ, подробно выполнилъ указанія, приведенныя въ напечатанныхъ письмахъ Франклина, и построилъ атмосферный проводникъ въ Марли-ля-Вилѣ, около 28 км. отъ Парижа, гдѣ также производилъ опыты Полле. Аппаратъ Далибара состоялъ изъ заостреннаго желѣзнаго стержня въ 1 дюймъ діаметромъ и 40 ф. длиной, прикрытаго отъ дождя сторожевой будкой и прикрѣпленнаго къ тремъ длиннымъ деревяннымъ столбамъ.

10 мая 1752 г., въ отсутствіи Далибара, старый солдатъ, по имени Куаффье, который въ это время исполнялъ обязанности плотника и былъ оставленъ дежурнымъ, замѣтивъ приближеніе грозы, поспѣшилъ къ аппарату и приступилъ къ выполненію данныхъ ему заранѣе наставленій. Вскорѣ, когда онъ приблизилъ банку къ стержню, ему удалось получить сильныя искры; такія же искры, сопровождавшіяся сильнымъ трескомъ, были получены священникомъ изъ Марли Роле, за которымъ послали и съ помощію котораго Куаффье удалось потомъ зарядить лейденскую банку. Такимъ образомъ, Куаффье былъ первымъ человѣкомъ, видѣвшимъ въ Европѣ электрическую искру, извлеченную изъ атмосферы.

18-го того же мѣсяца Делоръ извлекъ подобныя же искры отъ стержня въ 99 футъ вышиной въ своемъ домѣ въ Парижѣ; это явленіе впослѣдствіи было показано французскому королю. Говорятъ, что проводникъ давалъ искры даже тогда, когда облако двигалось въ 10 км. отъ мѣста наблюденія. Нѣсколько дней спустя еще опыты подобнаго рода были произведены Бюффономъ въ Монбарѣ, а въ теченіи іюля и августа Кантономъ вблизи Лондона. Послѣднему, говорятъ, удалось извлечь атмосферное электричество посредствомъ обыкновеннаго удовища.

Аббатъ Мазеасъ устроилъ въ верхнемъ этажѣ своего дома магазинъ, состоящій изъ нѣсколькихъ изолированныхъ желѣзныхъ полосъ, соединенныхъ съ заостреннымъ стержнемъ. Молнія отводилась въ домъ посредствомъ выступающаго деревяннаго столба, снабженнаго на концѣ стеклянной трубкой, наполненной смолой, въ которую входилъ заостренный желѣзный стержень въ 12 фут. длиной. Этотъ аппаратъ былъ, однако, слишкомъ открытый и потому не могъ доставить надежныхъ наблюденій; вслѣдствіе этого Мазеасъ сдѣлалъ приспособленія для производства болѣе точныхъ опытовъ въ Шато-де-Ментенонѣ въ теченіи іюня, іюля и октября 1753 г.

Томасъ Ронейнъ въ Ирландіи и Кроссъ въ Англіи пользовались длинными проволоками въ горизонтальномъ положеніи, изолированными тѣмъ, что ихъ прикрѣпляли къ стекляннымъ стойкамъ, а Мазеасъ въ своихъ ментенонскихъ опытахъ привязывалъ желѣзную проволоку шелковымъ шнуркомъ къ верху шпица въ 90 ф. высотой, откуда она шла въ верхнюю проволоку замка, на разстояніи всего въ 370 ф. Такимъ образомъ Мазеасъ опредѣлилъ, что электрическія явленія происходятъ въ теченіи всего дня, при ясной, сухой и особенно жаркой погодѣ, причемъ грозы можетъ и не быть для полученія атмосфернаго электричества. Онъ также замѣтилъ нѣкоторую правильность въ ежедневномъ увеличеніи и уменьшеніи послѣдняго. Въ самыя сухія лѣтнія ночи онъ не могъ открыть никакихъ слѣдовъ электричества въ воздухѣ, но когда являлось солнце, появлялось и электричество, а затѣмъ пропадало снова чрезъ полчаса послѣ захода солнца.

1752.—Въ этомъ году была издана въ Лейпцигѣ «Библія Природы», написанная Сваммердамомъ, знаменитымъ голландскимъ физикомъ. Тамъ упоминается объ одномъ изъ опытовъ, сдѣланныхъ имъ въ 1678 году передъ великимъ герцогомъ Тосканскимъ: «Положимъ, имѣется цилиндрическая стеклянная трубка, внутри которой положенъ мускулъ: отъ послѣдняго идетъ нервъ, покрытый маленькой серебряной проволокой, такъ что его можно поднимать, не сдавливая слишкомъ сильно. Эта проволока проходитъ чрезъ кольцо, высверленное на концѣ маленькой мѣдной поддержки и припаянное къ поршню или перегородкѣ; маленькая серебряная проволока проходитъ между стекломъ и поршнемъ, и нервъ можно тянуть рукой, приводя въ соприкосновеніе съ мѣдью. Тогда мускулъ сейчасъ же сокращается».

Чрезъ Сваммердама нѣмцы заявляютъ претензію, что здѣсь положено начало тому, что названо гальванизмомъ. Конечно, нельзя отрицать, что описанный здѣсь опытъ близко походитъ на знаменитый опытъ Гальвани (1786 г.).

1752.—16 апрѣля передъ Королевскимъ обществомъ читалось письмо Джона Смитона, выдающагося англійскаго инженера и изобрѣтателя, съ отчетомъ объ электрическихъ опытахъ въ пустотѣ, произведенныхъ съ его усовершенствованнымъ воздушнымъ насосомъ.

Онъ замѣчаетъ, что если нагрѣть середину большой желѣзной полосы до-красна, то нагрѣтая часть можетъ быть сильно наэлектризована. Онъ также находитъ, что если кто-нибудь, будучи изолированъ, сильно нажметъ гладкой частью руки на шаръ, а другое лицо, стоя на полу, наэлектризуетъ шаръ и положитъ также руку, то тотъ, кто изолированъ, будетъ совсѣмъ не наэлектризованъ, но если онъ только слегка положитъ свои пальцы на шаръ, то будетъ очень сильно наэлектризованъ.

1753.—Де-Рома во Франціи повторилъ опытъ Веньямина Франклина; ему удалось добыть изъ облаковъ больше электричества, чѣмъ раньше какимъ-либо аппаратомъ. Для этой цѣли онъ первый употребилъ шнуръ, покрытый проволокой.

Онъ устроилъ змѣй въ 7 ф. 5 д. вышиной и 3 ф. шириной, съ поверхностью въ 18 кв. ф. и, обмотавъ тонкую мѣдную проволоку около крѣпкаго шнура по всей его длинѣ въ 800 ф., онъ спустилъ змѣй на высоту въ 550 ф. 7-го іюня 1753 г. Сначала, разряжая стержень, получили искры въ 2 дюйма длиной, а когда змѣй достигъ высоты 650 ф., онъ получилъ вспышки огня въ 1 ф. длиной, 3 д. шириной и 3 линіи діаметромъ, сопровождаемыя шумомъ, слышнымъ на разстояніи 500 ф.

16 августа де-Рома спустилъ змѣй съ 1.000 ф. шнура и получилъ 30 огненныхъ струй въ 9 или 10 ф. длиной и около 1 д. толщиной, сопровождаемыхъ шумомъ, подобнымъ пистолетному выстрѣлу. Три года спустя, 26 августа 1756 г., а также въ 1757 г. де-Рома произвелъ много опытовъ съ подобными же результатами. Наконецъ онъ нашелъ, что спускать змѣй очень опасно, и потому онъ обмоталъ шнурокъ на маленькую телѣжку, которую онъ возилъ за шелковыя шнурки, пока шнурокъ отъ змѣя разматывался.

1753.—Профессоръ Георгій Рихманъ изъ Петербурга, который давно уже устроилъ аппаратъ для полученія атмосфернаго электричества согласно съ планомъ Франклина, 6 августа сидѣлъ на засѣданіи академіи наукъ, когда его ухо уловило звукъ громоваго раската, который показался сильнѣе всѣхъ прежде слышанныхъ. Онъ поспѣшилъ домой вмѣстѣ со своимъ граверомъ Соколовымъ; придя, они нашли, что стрѣлка электрометра поднялась на 4° отъ перпендикуляра. Рихманъ подошелъ къ нему, чтобы узнать силу

электричества и «когда онъ стоялъ въ этой позѣ появилось между стержнемъ электрометра и его головой большое синевато-бѣлое пламя. Въ этотъ моментъ поднялся какой-то паръ, который совершенно ошеломилъ гравера, и онъ упалъ. Соколовъ пришелъ въ себя, а Рихманъ мгновенно умеръ, вслѣдствіе того обстоятельства, что онъ не позаботился устроить никакого средства для отвода избытка электричества въ землю».

1753.—Кантонъ, англійскій ученый, сообщаетъ о своемъ наиболѣе важномъ открытіи, что въ одной и той же трубкѣ можно по желанію получать стеклянное или смоляное электричество. Это онъ доказывалъ, взявъ трубку, которая дѣлалась шероховатой натираніемъ тонкимъ листомъ свинца и наждачнымъ порошкомъ, смѣшаннымъ съ водой; когда терли сухимъ промаслянымъ шелкомъ, развивалось стеклянное или положительное электричество, а когда терли фланелью, то получалось смоляное или отрицательное электричество. Подобные же результаты, говорятъ, даетъ необдѣланный кварцъ. Онъ также бралъ трубку, у которой только одна половина была сдѣлана шероховатой, а другая была полированная; онъ показалъ, что однимъ взмахомъ при треніи получаются различныя электричества.

Онъ открылъ также, что возбуждающая сила трущей подушки электрической машины значительно увеличивается при ея покрываніи амальгамой изъ ртути и олова, смѣшанной съ небольшимъ количествомъ мѣла или бѣлилъ.

Онъ произвелъ много опытовъ надъ различными сортами турмалина. Онъ первый открылъ электрическія свойства топаза, которыя сдѣлались извѣстными въ началѣ 1760 г.

Кромѣ того, онъ первый надлежащимъ образомъ установилъ основной фактъ электризованія чрезъ индукцію или, какъ онъ выражался, «относительно тѣлъ, погруженныхъ въ электрическія атмосферы», что впослѣдствіи привело Вильке и Эпинуса къ способу заряжанія слоя воздуха подобно пластинкѣ стекла и къ наиболѣе совершенному подражанію явленіямъ грома и молніи. Согласно его принципу, электрическая жидкость, когда очень много ея въ какомъ-нибудь тѣлѣ, отталкиваетъ электрическую жидкость во всякомъ другомъ тѣлѣ, когда онѣ приходятъ въ сферу вліянія другъ друга, и отодвигаетъ ее въ отдаленныя части тѣла или совсѣмъ вонъ изъ него, если есть какой-нибудь выходъ для нея. Другими словами: тѣла, погруженныя въ электрическую атмосферу, всегда пріобрѣтаютъ электричество, противоположное электричеству тѣла, въ атмосферу котораго онѣ погружены.

Кантонъ первый показалъ, что воздухъ комнаты можно наэлектризовать положительно или отрицательно и можно заставить его удерживать электричество. Онъ объясняетъ свой способъ такъ: «Возьмите въ одну руку заряженную лейденскую банку, а въ другую—изолированную зажженную свѣчу; идя въ комнату, поднесите проволоку банки къ пламени свѣчи и держите ее такъ около полуминуты; затѣмъ вынесите банку и свѣчу изъ комнаты, вернитесь съ шариками изъ бузинной сердцевины (подвѣшенными на тонкихъ льняныхъ нитяхъ) и держите ихъ, вытянувъ руку. Когда войдете въ комнату, шарики начинаютъ расходиться, и если внести ихъ въ середину комнаты, они станутъ въ 1½—2 д. одинъ отъ другаго».

Кантонъ устраивалъ искусственные магниты, комбинируя способы Дюгамеля и Митчелля, а также безъ помощи естественныхъ или искусственныхъ магнитовъ.

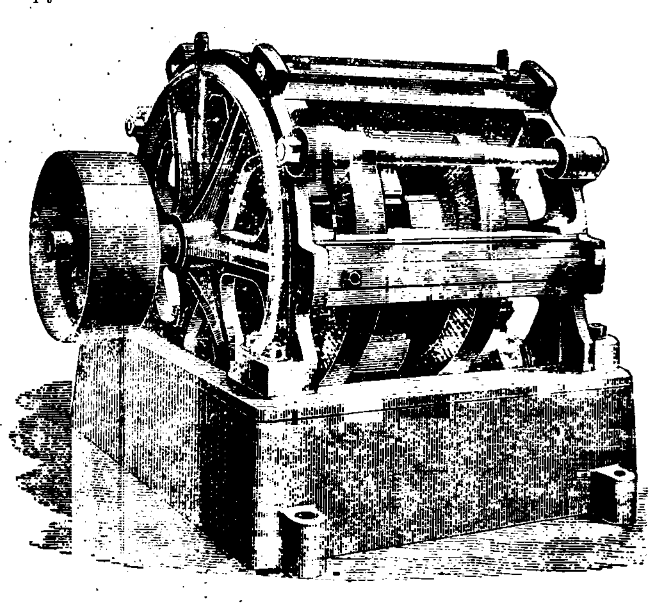
(Продолженіе слѣдуетъ).

ОБЗОРЪ НОВОСТЕЙ.

Новая машина перемѣннаго тока Ранкина Кеннеди. Эта машина принадлежитъ къ тому классу, въ которомъ намагничивающія и генераторныя обмотки неподвижны, а вращающаяся часть состоитъ изъ слоистыхъ желѣзныхъ индукторовъ. Машины этого класса дѣлали многіе изобрѣтатели, какъ, напримѣръ, Найтъ, Витстонъ, Генли и въ послѣднее время Кингдонъ.

Новое въ этой машинѣ состоитъ главнымъ образомъ въ расположеніи проволочныхъ обмотокъ и устройствѣ магнитныхъ цѣпей, благодаря чему въ машинѣ требуются только двѣ генераторныя обмотки, какъ бы она велика ни была, и какъ бы ни было велико напряженіе и число перемѣнъ требуемаго перемѣннаго тока.

По своимъ частямъ машина очень походитъ на трансформаторъ и на столько же проста по устройству. Желѣзныя части магнита окружаютъ мѣдныя обмотки, которыя представляютъ собой простыя кольца изъ изолированныхъ проволокъ; индукторы поддерживаются на бронзовыхъ колесахъ и, попеременно вращаясь, размыкаютъ и замыкаютъ магнитную цѣпь около мѣдныхъ обмотокъ, индуктируя токъ въ нихъ.



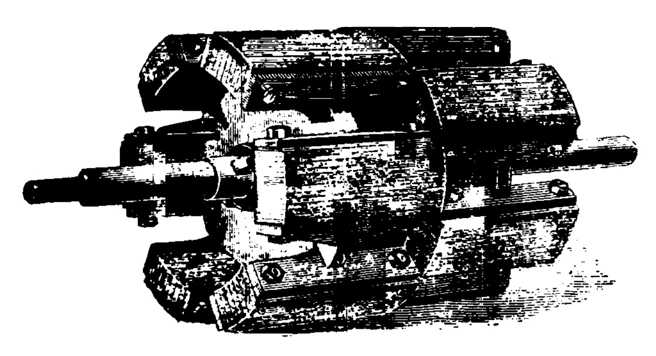
Фиг. 14.

Ни въ какой части дѣйствія машины не бываетъ перемѣны магнетизма,—происходитъ только простое увеличеніе и уменьшеніе магнитнаго потока безъ перемѣны знака.

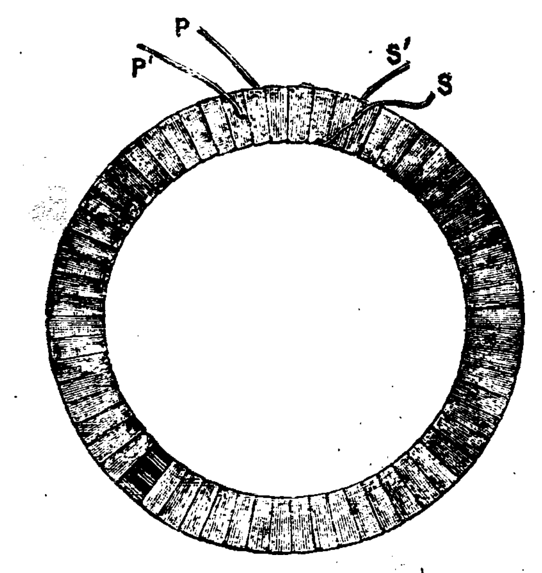
Желѣзо сдѣлано весьма большаго поперечнаго сѣченія, такъ что плотность магнитнаго потока, при усиленіи послѣдняго, никогда не переходитъ за перегибъ въ характеристикѣ магнитной проницаемости желѣза. Магнитный потокъ никогда не понижается до нуля; однимъ словомъ, можно сказать, что машина работаетъ приблизительно на прямой восходящей части кривой магнетизма. Намагничивающая сила постоянна, но измѣняется съ положеніемъ индукторовъ магнитное сопротивленіе, а слѣдовательно и магнитный потокъ; такимъ образомъ, если намагничивающая сила равна 1.500, а магнитное сопротивленіе, когда индукторы замкнули магнитную цѣпь, равно 2, тогда потокъ магнитизма будетъ равенъ 750. При разомкнутой цѣпи тогда магнитное сопротивленіе можетъ быть равнымъ 100 или 50, а потокъ только 30, такъ что у насъ будетъ повышеніе и пониженіе, равное 750 — 30 = 720 линіямъ магнитнаго потока; согласно съ формулой Каппа, при 600 оборотахъ въ минуту и 6 индукторахъ съ каждой стороны, мы получимъ $E=6\times600\times720\times10^{-6}=2{,}6$ вольта на оборотъ проволоки у генераторной обмотки; эти цифры только примѣрныя, взятыя, чтобы показать принципъ машины. Въ недавно построенной машинѣ, представленной здѣсь на рисункахъ (фиг. 14, 15, 16, 17), электровозбудительная сила равнялась 8 вольтамъ на оборотъ генераторной обмотки, скорость—750 оборотовъ, возбуждающій токъ—15 амперовъ×35 вольтовъ; индукторовъ 6 съ каждой стороны; полное напряженіе равнялось 2.400 вольтамъ при 300 оборотахъ проволоки у генераторной обмотки; мощность равнялась 24.000 уаттамъ.

Фиг. 14—видъ машины въ перспективѣ, фиг. 15—видъ индукторовъ на валѣ въ перспективѣ, фиг. 16—видъ одной пары обмотокъ и фиг. 17—видъ одного изъ брусковъ магнитовъ поля.

Въ машинѣ двѣ пары обмотокъ и двѣ группы индукторовъ, расположенныхъ, какъ показано на фиг. 15, одна груп-



Фиг. 15.



Фиг. 16.

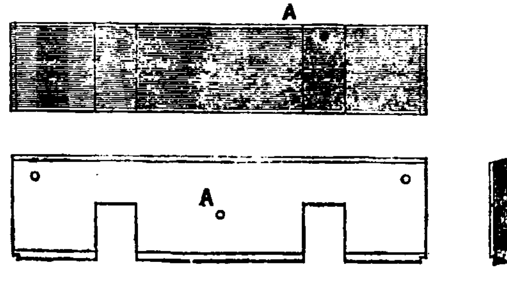
па между другой; одной пары обмотокъ и одной группы индукторовъ было бы совершенно недостаточно, потому что тогда индукція въ возбуждающей обмоткѣ была бы настолько же велика, какъ и въ генераторной, такъ какъ онѣ обѣ намотаны концентрично. Прежде всего наматывается и изолируется генераторная обмотка, а потомъ наматывается сверху или вдоль ея возбуждающая обмотка и все изолируется и закрѣпляется въ машинѣ въ углубленіяхъ, сдѣланныхъ въ брускахъ магнитовъ (фиг. 17); обмотки возбуждаются такимъ образомъ, что у магнитовъ образуется полюсъ посерединѣ и подобные полюсы на каждомъ концѣ, какъ помѣчено на фиг. 17, гдѣ двѣ возбуждающія обмотки соединены послѣдовательно одна съ другой; тогда всякія индуктивныя дѣйствія у одной возбуждающей обмотки точно и вполнѣ нейтрализуются такими же дѣйствіями у другой.

Двѣ генераторныя обмотки можно соединять послѣдовательно или параллельно, но по вышеизложеннымъ причинамъ возбуждающія обмотки должны быть всегда соединены послѣдовательно.

Утверждаютъ, что эта машина—самая дешевая и самая простая изъ существующихъ альтернаторовъ; нѣтъ никакого затрудненія относительно изоляціи ея и ихъ построенія для какого угодно практическаго напряженія и при какомъ угодно числѣ перемѣнъ.

Въ большихъ динамомашинахъ бываютъ 4 пары обмотокъ и 4 группы индукторовъ.

Въ изображенной на рисункахъ машинѣ индукторы въ 21 дюймъ діаметромъ, а у обмотокъ внутренній діаметръ въ 21¼ д.; полезное дѣйствіе генераторной обмотки равно 1,35 вольта на футъ, когда работаютъ при очень умѣренномъ магнитномъ потокѣ въ замкутой магнитной цѣпи и при умѣренной скорости; это полезное дѣйствіе можно безопасно повысить до 2 вольтовъ на футъ генераторной проволоки въ обмоткахъ.



Фиг. 17.

Эта машина одинаково пригодна для перемѣнныхъ токовъ низкаго напряженія и представляетъ то преимущество, что не требуется полосокъ мѣди для обмотокъ, какъ бы ни были сильны токи.

Очень хорошо пользоваться динамомашинами низкаго напряженія на центральныхъ станціяхъ электрическаго освѣщенія въ мѣстностяхъ, гдѣ станція окружена потребителями: тогда непосредственно окружающихъ потребителей можно снабдить прямо отъ динамомашинъ, а отдаленныхъ—чрезъ постепенные трансформаторы.

Какъ двигатель, эта машина работаетъ хорошо, но подобно всѣмъ другимъ обратнымъ альтернаторамъ, ее приходится приводить къ синхронизму.

Машина съ индукторами въ 6 футъ діаметромъ развиваетъ 150.000 уаттовъ при скорости немного больше 200 оборотовъ въ минуту (100 вольтовъ и 1.500 амперовъ); это пригодно для распредѣленія низкаго напряженія вокругъ динамомашины и для распредѣленія высокаго напряженія на разстояніе при посредствѣ постепенныхъ трансформаторовъ.

На фиг. 16 P_1 и P—зажимы возбуждающей обмотки, а S_1 и S — зажимы генераторныхъ обмотокъ. Если употреблять только двѣ обмотки въ большихъ тихоходныхъ машинахъ, то можно ожидать, что устранятся усложненія, какія до сихъ поръ встрѣчали въ большихъ машинахъ, такъ какъ большинство изъ нихъ требуютъ двѣ генераторныхъ обмотки для каждой перемѣны тока на оборотъ. Обыкновенная машина, дѣлающая одинъ оборотъ въ секунду, потребовала бы 200 обмотокъ, чтобы дать число перемѣнъ = 100 въ секунду.

Машинѣ приписываютъ еще то преимущество, что ее легко строить и что она хорошо разработана механически, такъ какъ ея вращающаяся часть (фиг. 15) простаго и прочнаго устройства. Эти машины предназначаются спеціально для продолжительнаго дѣйствія на центральныхъ станціяхъ.

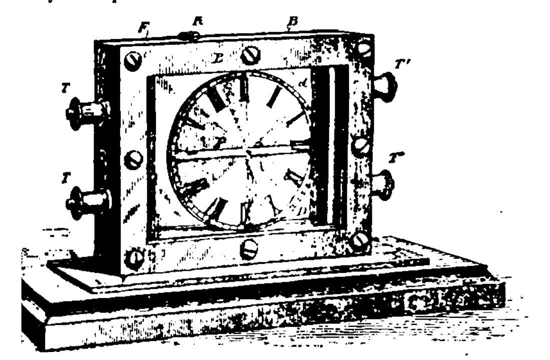
(Electrical Review).

Электрическіе часы. Если расположить металлическій хорошо уравновѣшенный дискъ на аккуратномъ шпинькѣ въ гальванопластическомъ растворѣ, на равномъ разстояніи отъ анода и катода, то одна половина диска сдѣлается электроположительной, а другая—электроотрицательной; въ результатѣ дискъ будетъ вращаться подъ дѣйствіемъ тяжести. Такъ какъ количество отложившагося и растворившагося металла пропорціонально силѣ тока, то скорость вращенія также пропорціональна этой силѣ.

Приборъ такого рода я въ первый устроилъ въ 1888 г. съ цѣлью получить электрическій счетчикъ. Узнавъ, что въ примѣненіи этого принципа меня опередили другіе (Спрагъ и Эдисонъ), я придумалъ приборъ, представленный на прилагаемомъ рисункѣ. (Фиг. 18).

Здѣсь F — прямоугольный остовъ изъ роговаго каучука, прикрѣпленный къ деревянной подставкѣ. Этотъ остовъ около 12,5 мм. шириной, 159 мм. длиной и 125 мм. высотой. Съ обоихъ боковъ внутри находятся толстыя металлическія пластинки, служащія электродами и прочно прикрѣпленныя къ каучуковому остову винтами зажимовъ T, T и T', T'. Съ боковъ прикрѣплены двѣ латунныя рамки B и B' такой же формы, какъ и остовъ F. Эти рамки служатъ для поддерживанія двухъ полированныхъ стеклянныхъ пластинокъ, которыя зажимаются между полосками

каго каучука посредствомъ винтовъ, проходящихъ атунныя рамки въ тѣло остова.



Фиг. 18.

ектролитической жидкостью служитъ концентрирован растворъ сѣрнокислой мѣди, который наливаютъ въ ь чрезъ отверстіе въ верхней части остова, запирае пробкой R.

центрѣ сосуда расположенъ мѣдный дискъ D, ста но уравновѣшенный; его ось поддерживается стек й капиллярной трубкой, прикрѣпленной къ одной изъ нныхъ пластинокъ посредствомъ сургуча или другаго ства, на которое не дѣйствуетъ жидкость. Чтобы на ко возможно уменьшить треніе, капиллярная трубка, щая поддержкой, содержитъ въ себѣ каплю масла. ръ диска долженъ быть на одинаковомъ разстояніи отъ ъ электродовъ. Къ оси съ одного конца прикрѣплена легкая стрѣлка, которая дѣлается преимущественно тонкой стеклянной проволоки. Стеклянная пластинка роны этой стрѣлки снабжена кругомъ съ дѣленіями добіе обыкновенныхъ циферблатовъ. Этотъ кругъ по ной, такъ что ему можно придавать какое угодно по ніе относительно стрѣлки. Если циферблатъ неподвиж то за стрѣлку можно брать тонкую проволоку изъ енннаго желѣза. Тогда эту проволоку надо распола такимъ образомъ, чтобы она была точно въ центрѣ ости; помощью магнита дискъ можно приводить въ дящее положеніе.

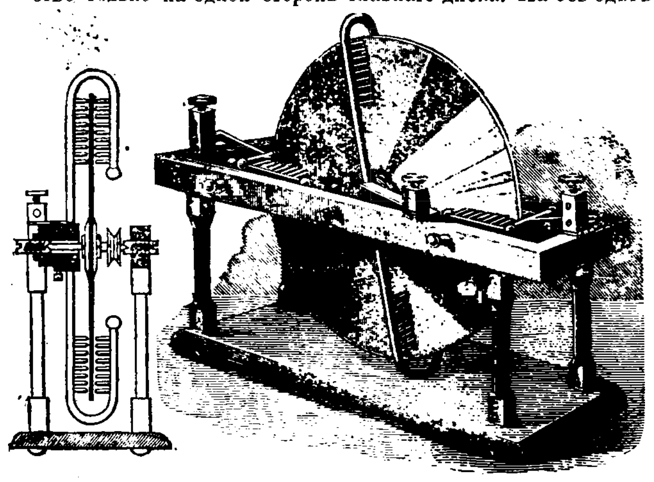
аливъ осторожно въ сосудъ растворъ сѣрнокислой мѣ закрывъ отверстіе пробкой R, соединяютъ полюсы явной батареи съ зажимами T и T'. Вскорѣ замѣча что вращеніе диска начинается. Устанавливаютъ от еніе тока чрезъ два другихъ зажима T и T'' и. при этому отвѣтвленію подходящее сопротивленіе, регу тъ скорость вращенія диска до тѣхъ поръ, пока она детъ соотвѣтствовать скорости стрѣлки часовъ, т. е. не получатъ одинъ оборотъ въ 12 часовъ.

тотъ приборъ не предназначался для практическаго мѣненія; кромѣ того его показанія не были бы точны. которыхъ ошибокъ нельзя было избѣжать; напримѣръ, ья вполнѣ устранить ошибокъ, происходящихъ отъ ія.

то устройство интересно, какъ новое средство измѣ ь время. Впрочемъ, при тщательномъ устройствѣ, по нномъ токѣ и уравнителѣ температуры можно было бы чить почти равномѣрную скорость вращенія. Чтобы по ить наилучшій результатъ, плотность тока естественно на быть очень малою. Дискъ около 0,075 м. діаметромъ енъ дѣлать оборотъ въ 6 часовъ. Вѣроятно, результа были бы лучше съ растворомъ соли серебра и серебря пластинкой.

Интересно замѣтить, какой видъ представляетъ растворъ нный дискъ въ столь узкомъ и прозрачномъ сосудѣ. воръ кажется ярко синимъ, половина диска бываетъ ю, какъ серебро, а другая темною, какъ тусклое се о. Линіи раздѣленія нѣтъ,—оба оттѣнка сливаются, водя очень красивое явленіе.

Электростатическій двигатель. (Сообщеніе Те въ Electrical Engineer). На прилагаемой фиг. 19 ставленъ (въ перспективѣ и вертикальномъ сѣче двигатель, приспособленный для научныхъ опытовъ въ школахъ, особенно когда приходится имѣть дѣло съ статическими зарядами. Имъ можно пользоваться при различномъ числѣ гребенокъ или, сосредоточивая электричество только на одной сторонѣ главнаго диска. На ось одѣтъ



Фиг. 19.

дискъ изъ діэлектрика и вращается въ серединѣ рамы: ось, на которой онъ закрѣпленъ, снабжена коническими концами, упирающимися въ гнѣзда на концахъ винтовъ, которые удерживаются въ гайкахъ, утопленныхъ въ рамѣ; эти подшипники изолированы, такъ что электричество на дискѣ не можетъ уходить въ землю. На оси диска имѣется шкивъ, на который можно одѣвать ремень для какого угодно легкаго механизма. На одной сторонѣ находится полоска, поддерживающая муфточку, которая окружаетъ одинъ конецъ вала; какъ полоска, такъ и муфточка сдѣланы изъ резины или другаго изолирующаго матеріала: на муфточку одѣта ступица, отъ которой расходятся въ противуположныя стороны спицы, загнутыя надъ краями диска: эти спицы поддерживаютъ металлическіе зубцы, образующіе собой гребенки; концы ихъ почти прикасаются къ диску и служатъ для проводки въ него электричества. Ступица удерживается въ одномъ положеніи стопорнымъ винтомъ и снабжена мѣтками, при помощи которыхъ спицы можно ставить въ желаемое положеніе. Электричество доставляется гребенкамъ, спицамъ и ступицѣ при помощи контактной полоски, прижимающейся къ ступицѣ и надлежащимъ образомъ соединенной съ зажимомъ. Имѣются еще другія гребенки, расположенныя подъ прямымъ угломъ къ щеткамъ на спицахъ; онѣ состоятъ изъ двухъ частей, причемъ каждая часть снабжена изолированнымъ стержнемъ, прикрѣпленнымъ къ рамѣ; эти гребенки принимаютъ разряды отъ диска, а ихъ стержни соединены проводящей полосой на задней сторонѣ машины. Гребенки на спицахъ и у рамы расположены въ нѣсколько различныхъ плоскостяхъ, чтобы электричество въ одной гребенкѣ не могло нейтрализовать электричества въ противуположной гребенкѣ, причемъ дискъ оставался бы въ покоѣ. Соприкосновеніе съ горизонтальными гребенками производится I-образными проводниками, концы стержней которыхъ загнуты подъ прямымъ угломъ и соединены на шарнирахъ съ зажимами, такъ что ихъ можно легко отводить отъ соприкосновенія съ гребенками. Зажимы на концахъ рамы соединены съ положительнымъ полюсомъ источника электрической энергіи, а зажимъ вблизи ступицы соединенъ съ положительнымъ полюсомъ; изъ горизонтальныхъ гребней электричество проходитъ въ дискъ, который при этомъ отталкивается и притягивается гребенками на спицахъ, приходя такимъ образомъ во вращеніе на оси, поддерживаемое токомъ. Гребенки расположены и соединены такимъ образомъ, что въ цѣпь можно ввести большее или меньшее число ихъ смотря по надобности. Электричество лучше всего доставлять электрической машиной, лейденской банкой или какимъ-нибудь другимъ подобнымъ источникомъ. (Electrical Review).

БИБЛІОГРАФІЯ

Elektrische Kraftübertragung. Ein Lehrbuch für Elektrotechniker von *Gisbert Kapp*. Autorisirte deutsche Ausgabe von D-r *L. Holborn* und D-r *K. Kahle*. Изданіе фирмы J. Spinger въ Берлинѣ. 1891. Въ № 17-мъ «Электричества» была помѣщена замѣтка о III изданіи оригинальнаго сочиненія Каппа, съ котораго сдѣланъ настоящій переводъ. Въ настоящее время электрическую передачу энергіи слѣдуетъ признать за одну изъ наиболѣе интересныхъ и важныхъ отраслей электротехники, а сочиненіе Каппа является самымъ обстоятельнымъ и полнымъ сочиненіемъ по этому предмету, вполнѣ приспособленнымъ, какъ для практиковъ, такъ и вообще для неспеціалистовъ, желающихъ познакомиться съ современнымъ состояніемъ электрической передачи энергіи.

Переводъ передаетъ оригинальное сочиненіе во всей полнотѣ и кромѣ того снабженъ нѣкоторыми добавленіями въ главахъ о проводахъ, динамомашинахъ и электрическихъ желѣзныхъ дорогахъ; эти добавленія касаются главнымъ образомъ нѣмецкой техники, а именно описаны: кабели Сименса (съ большой подробностью и многими рисунками), динамомашины Сименса, Шуккерта; фирмъ: Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft и Deutschen Elektricitäts-Werke (также съ нѣсколькими рисунками), электрическія желѣзныя дороги въ Лихтерфельдѣ, Невштассфуртѣ и Будапештѣ.

Нѣмецкій переводъ представляетъ то преимущество въ сравненіи съ оригинальнымъ англійскимъ сочиненіемъ, что во всѣхъ таблицахъ введена десятичная система мѣръ, такъ какъ авторъ, введя въ новомъ изданіи эту систему, не позаботился передѣлать таблицы.

Переводъ изданъ безукоризненно чисто и снабженъ хорошо исполненными рисунками.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Цѣна электрической энергіи отъ центральныхъ станцій, движимыхъ турбинами, въ Америкѣ.—Въ трехъ километрахъ отъ Рочестера въ Соединенныхъ Штатахъ, у пороговъ рѣки Дженеси построены три значительныя электрическія станціи, движимыя турбинами, которыя снабжаютъ токомъ Рочестеръ и окрестности. Такъ какъ это одни изъ немногихъ большихъ станцій движимыхъ водой, то дадимъ относительно нихъ подробности на основаніи данныхъ, помѣщенныхъ въ «Bulletin international de l'Electricité». Наиболѣе значительная станція принадлежитъ обществу «Brush Electric Light Company»; 15 турбинъ ея, вращающихся отъ паденія воды въ 30 метровъ, со скоростью 800 оборотовъ въ минуту, развиваютъ въ суммѣ 3.360 л. с.; вѣсъ ихъ отвѣчаетъ, приблизительно, 100 килограммовъ на лошадь, и онѣ занимаютъ помѣщеніе въ 13 метровъ длины и 1,3 м. ширины. На каждой турбинѣ посредствомъ передаточнаго ремня присоединена динамомашина, вращающаяся съ тою же скоростью, что и турбина. Турбинные шлюзы приводятся въ движеніе посредствомъ особаго механизма изъ машиннаго зданія у распредѣлительной доски. Тутъ же указатель уровня воды дозволяетъ слѣдить изъ машинной залы за измѣненіями уровня въ приводномъ каналѣ. Вода отводится изъ рѣки Дженеси на 27 выше пороговъ, посредствомъ канала въ 1,75 м. глубиной и 11 м. шириной, врѣзаннаго въ скалу; системой изъ 4 шлюзовъ, онъ можетъ быть совершенно отдѣленъ отъ рѣки. Каналъ этотъ раздѣляется на три вѣтви, протекающія по тремъ желѣзнымъ трубамъ въ 2 м. діаметромъ и 9 м.м. толщины стѣнокъ; разность уровня оконечностей трубъ равна 30 м. Въ турбинномъ зданіи, каждая изъ нихъ раздѣлятся еще на 5 вѣтвей, отвѣчающихъ отдѣльнымъ турбинамъ. Воды отводятся подземнымъ каналомъ, проходящимъ подъ зданіями и имѣющимъ 3 м. ширины и 2,60 м. глубины. Какъ запасная машина установлена паровая машина Корлисса въ 600 л. силъ; ею пользуются только для замѣщенія турбинъ, находящихся въ починкѣ. Общество Брэша взимаетъ слѣдующія цѣны за освѣщеніе: За дуговую лампу на улицѣ, горящую всю ночь—1,35 фр. за ночь, у частныхъ лицъ 2 фр., за двигатель 1/8 силы—90 фр. въ годъ, въ 1/2—240 фр., въ цѣлую—360 фр., свыше отъ 250—200 фр. за силу въ годъ; за лампочку каленія въ 16 свѣчей отъ 25 до 60 фр. въ годъ. Потребителямъ, къ которымъ токъ приводится при постоянномъ напряженіи въ 500 вольтъ, дѣлается значительная уступка.

Другое общество, эксплоатирующее паденіе Дженеси «Edison Electric Light Company», располагаетъ силой въ 1.400 лош. силъ. Тарифъ его слѣдующій: за лампу часъ въ 16 св.—0,05 фр., за горѣніе лампы каленія въ 16 св. за ночь—0,3 фр., за дуговую лампу—1,42 фр. за ночь. Въ данное время это общество питаетъ 105 дуговыхъ лампъ и 805 лампъ каленія, принадлежащихъ городу, и, кромѣ того, 13.500 лампъ каленія у частныхъ потребителей.

Станція третьяго общества «Rochester Light Company» располагаетъ силой въ 1.600 лошадей и освѣщаетъ частныхъ потребителей въ Рочестерѣ.

Успѣхи телефоніи въ Европѣ.—Ниже мы, со словъ «The Electrician» (окт. 30, 1891 г.), приводимъ сравнительную основанную на оффиціальныхъ данныхъ статистику числа телефонныхъ абонентовъ въ различныхъ европейскихъ странахъ въ концѣ 1887 и 1890 г.

	Число абонентовъ.		Число абон. на 100.000 жителей. 1890 г.
	1887 г.	1890 г.	
Швеція	5.705	19.240	400
Швейцарія	4.900	9.203	316
Люксембургъ	—	653	307
Гр. Норвей	—	5.110	255
Германія	14.733	49.531	105
Данія	1.370	1.837	90
Бельгія	3.365	5.282	88
Нидерланды	2.493	3.363	75
Великобританія	15.114	20.426	58
Франція	7.175	16.000	41
Испанія	594	7.089	40
Италія	9.346	9.183	34
Португалія	350	890	26
Австро-Венгрія	3.032	8.153	21
Россія	5.280	6.556	7

Далѣе слѣдуетъ нѣсколько данныхъ, относящихся къ главнѣйшимъ городамъ въ Европѣ.

	Число абонентовъ.		Число абон. на 1.000 жителей 1890 г.
	1887 г.	1890 г.	
Люксембургъ	291	853	47,4
Женева	1.376	1.200	30,1
Христіанія	1.070	2.500	18,2
Берлинъ	4.248	15.000	11,4
Антверпенъ	1.086	1.500	7,1
Римъ	1.835	2.422	6,5
Парижъ	5.380	10.000	4,2
Миланъ	1.109	1.219	4,0
Брюссель	1.156	1.800	4,0
Мадридъ	1.245	1.347	2,6
Неаполь	921	992	1,9
Лондонъ	3.591	7.000	1,5
Вѣна	1.192	1.800	1,3
Барцелона	299	514	1,2
Амстердамъ	1.337	—	—
С.-Петербургъ	1.500	—	—

Отвѣтственный и специальный редакторъ **А. Смирновъ.**